(NEOKLASİK) ÇEVRE İKTİSADI*

* Çevre iktisadı yazınının 1980'lerin başındaki durumuna bir toplu bakış ve değerlendirme niteliği taşıyan bu yazı "İzmit Körfezi Kirlenme Verilerinin ve Arıtma Tekniklerinin Ekonomik Değerlendirilmesi" (1984) başlıklı çalışmanın bir bölümü olarak hazırlanmıştı. Projede birlikte çalıştığımız Dr. Oktar Türel ile Dr. Ergun Türkcan'a metnin son halini almasındaki katkıları için müteşekkirim.

1. ÇEVRE OLGUSUNA YAKLAŞIM BİÇİMLERİ

İnsanlar muhtemelen ilk uygarlıklarından itibaren çevre sorunları üzerinde durmaya başlamışlardır. Kuşkusuz ilk düşünceler gıda, tuz, su gibi doğal kaynaklarla ilgiliydi. Malthus ve Ricardo'nun artan nüfus ve sınırlı tarım arazisine ilişkin karamsar senaryoları çevre sorunlarının modern ekonomi teorisi içinde ilk ele alınış biçimlerini oluşturur: Nüfus artışının tek kontrolü sefalettir. Nüfus arttığı sürece sefalet devam edecektir.

Ricardo'dan sonraki 19. yüzyıl iktisatçıları aynı zamanda sınai ham maddelerin geleceğiyle de ilgilenmişlerdir. Örneğin Jevons, İngiltere'deki kömür rezervlerinin fizik sınırlarını göz önünde tutarak, Sanayi Devrimi'nin kömür kıtlığı nedeniyle sona ereceğini ileri sürmüştür. Orman ürünleri gibi yenilenebilir (*renewable*) kaynakların İngiltere'de giderek azalması da endişe kaynağı olmuştur.

Klasik iktisatçılarca çevre, önceleri doğadan sağlanan kaynaklar (*extractive resources*) bütünü olarak görülüyordu; fakat sonradan John Stuart Mill, çevrenin yaşam niteliğini etkileyen yanlarını da vurguladı. Giderek, çevre güzelleştirme hizmetlerinin önemini ve doğal güzelliklerle baş başa kalmanın erdemini algılayan bir yaklaşım oluştu.

Bu yeni yaklaşımın, kaynak tüketmeye ilişkin geleneksel yaklaşıma paralel bir biçimde, iki ayrı noktada odaklandığı söylenebilir: Birinci odak noktası, insanların mal çıkarımı yoluyla tüketip ya da doğal güzellik olarak koruyup yararlanabildikleri, ancak bir kez tüketildikten sonra yenilenemeyen ve bu bakımdan yenilenemez kaynaklar stokuna benzeyen özgül doğal çevrelerdir.

İkincisi ise, kirlenme başka bir deyişle çevrenin özümseyici kapasitesinin kullanılmasıdır; tıpkı yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir bir üretim düzeyinde kullanımı gibi.[1] Doğal olarak, bu iki odağın birbirine karıştığı durumlar vardır, ancak kavram düzeyindeki farklılıkları görmezden gelinemez.

---

[1] Kirlenme ve yenilenebilir kaynakların kullanımı arasındaki benzerlik, her iki sürecin de *stoklar* yerine *akımlar* ile ilgilenmesi ve (son derece kötü kullanımlar dışında) geriye dönüşlü (*reversible*) olmasında belirir.

Burada doğal çevrenin alternatif kullanımları konusuna sınırlı ölçüde, sadece bazı kavramları açıklamak için değinilecek, vurgu kirlenme ekonomisi üzerinde olacaktır.

2. EKONOMİ TEORİSİ ACISINDAN ÇEVRENİN ÖZGÜL YANLARI

Bir piyasa ekonomisi kaynak tahsisinde etkinlik amacına yönelirken, çevrenin kullanımında da etkinlik arayışı içinde olması doğaldır. İktisat teorisi, mükemmel bir piyasa ekonomisinin belirli koşullar altında Pareto anlamında etkin (*Pareto-efficient*) kaynak tahsisi yaptığını, yani toplumda herhangi bir bireyin refahını azaltmadan, bir başka bireyin refahının artırılamayacağını ileri sürmektedir. Günümüzdeki piyasa ekonomilerinin işleyişi, teorinin böyle bir durum için aradığı şartları tam olarak yansıtmamaktadır. Ama bu gözlemin Pareto anlamında etkinliği yararlı bir ölçüt olmaktan çıkarmadığı söylenebilir.

Pareto anlamında etkin bir piyasa ekonomisinin varlığı için tüketicilerin refahını ya da üretim koşullarını etkileyen her mal ve hizmetin bir piyasada fiyatlandırılması gereklidir. "Mal ve hizmet" deyimi, bu bağlamda doğal çevrenin tüketici ve üreticilere sağladığı hizmetleri de içerir. Piyasa ekonomilerinin etkin olmayan kaynak tahsisleri yapmasına yol açan üç temel olgu, yani kamusal malların (*public goods*) ve dışsal ekonomilerin (*external economies*) varlığı ile eksik bilgilenme, doğal çevrenin sağladığı hizmetler için de söz konusudur. Aşağıda bu özellikler kısaca ele alınacaktır.[1]

2.1 ÇEVRENİN KAMUSAL BİR MAL OLMA ÖZELLİĞİ

İktisatçılar "kamusal mal"dan söz ettiklerinde, malın kimin tarafından üretildiği ya da sağlandığını değil, bir mal olarak niteliklerini ima etmektedirler. Saf bir kamusal malın tanıtıcı özelliği, bir tüketicinin bu malı kullanmasının aynı zamanda bir başka tüketiciyi de bu malı kullanmaktan alıkoyamamasıdır. Klasik örnek, bir deniz fenerinden yararlanmaktır; bir fenerden aynı anda pek çok kaptan rota tayin edebilir. Verilen tanım kamu kesimi tarafından sağlanan pek çok mal ve hizmete uyarsa da kamusal malın mutlak kamu kesimince üretilmesi ya da sağlanması zorunlu değildir.

Doğal çevrenin sağladığı pek çok mal ve hizmet de kamusal mal sayılır. Genel olarak çevre kalitesi, örneğin hava ve suyun kalitesi,

---

[1] İzleyen alt bölümlerde büyük ölçüde Lundgren’den (I98l) yararlanılmıştır.

herkesin aynı düzeyde bir kaliteyi "kullandığı" kamusal bir maldır. Kamusal malın bu örnekte belirginleşen azalmazlık (*non-diminishability*) niteliği, çoğu kez dışlanamazlık (*non-exclusion*; bu mal için para ödemeyenlerin de bu maldan yararlanmalarının önlenememesi) niteliğiyle birlikte görülür. Bir kişiyi dışlamak, teknolojik nedenlerle mümkün olmayabilir. Dışlama, teknolojik bakımdan mümkün, ama maliyeti çok yüksekse, dışlanamazlığın ekonomik gerekçesi var demektir.

Saf bir kamusal malda bütün tüketiciler ortak bir paya sahiptir. Kimse tek yanlı olarak tüketimini ayarlayamaz, çünkü herkese aynı miktarda kamusal mal sağlanmaktadır. Piyasa mekanizması içinde her tüketici normal bir malı belirli bir fiyattan ne miktarda alacağını saptar, piyasa dengesi ve tüketici talepleri toplamının toplam arza eşit olduğu fiyat düzeyinde oluşur. Oysa bir kamusal mal piyasasında tüketicilerin belirli bir miktar için katkıda bulunmaları gerekir. Dengeye bir birim kamusal mal için tüketicilerin yapacağı katkı ya da bağışın, bu kamusal mal üretiminin marjinal maliyetine eşit olduğu noktada gelinecektir.

Ama kamusal mal tüketicilerini bu tüketimden dışlamak imkânsız ya da çok pahalı ise, tüketicilerden yeterli katkı (bağış) almak güç olacaktır. Herkes para ödemese de kamusal maldan yararlanabileceğini bildiği için, bu malı az kullandığını ileri sürerek katkısını en azda tutmak isteyecek, diğerlerinin yeterli katkıda bulunmasını bekleyecektir. Bu bedavacı (*free rider*) sorunu, kamusal mallar için bir piyasa oluşturulmasını zorlaştırmaktadır; dolayısıyla kamusal malın bir tür toplu eylemle arz edilmesi olasılığı yüksektir.

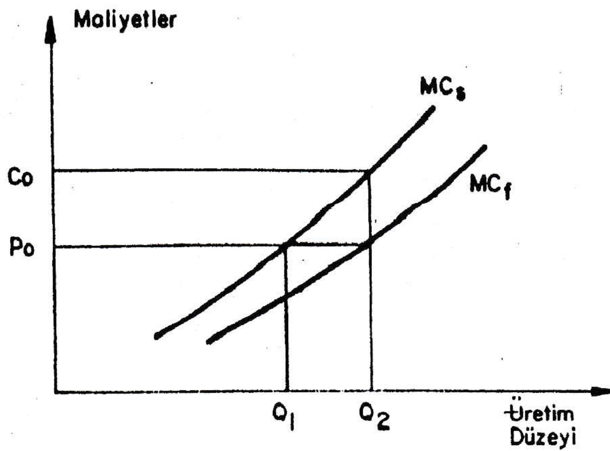
Kamusal malın kamu kesimi tarafından sağlandığı durumlarda etkinliği sağlayacak arz düzeyi, tüketicilerin marjinal ödeme istekliliği toplamının marjinal üretim maliyetine eşit olduğu noktada olmalıdır. Ama ödeme istekliliğinin tahmininde ciddi güçlükler vardır. Eğer tüketici fiilen ödeyeceği miktarın ifade ettiği istekliliğe bağlı olduğunu kestirirse, bu istekliliğini az gösterme eğilimine girecektir. Bunun karşıtı olarak, belli bir maliyetten daha fazla kamusal mal sağlayacağı düşüncesiyle aşırı istekli görünme eğilimi de hesaba katılmalıdır. Bu nedenle kamusal mallar arzında etkinlik beklemek akıllı bir yaklaşım olamaz.

Para ödemeyenlerin bir kamusal maldan dışlandığını ve bu mal için bir piyasa oluşturulduğunu varsayalım. Bu durumda da piyasa dengesinin etkin olması beklenemez: Her tüketici katkısını, sağlayacağı kişisel yarara bakarak, ama başkalarının sağlayacağı yararları göz ardı ederek belirleme eğiliminde olacak, böylece kamusal mal tüketiciye gereksiz şekilde pahalı görünecek, toplam talep ve dolayısıyla toplam arz, etkin düzeyin altına düşecektir.

Çevre kalitesi de bir kamusal maldır (daha yerinde bir deyişle hizmet). Olay, deniz veya yeşil sahalarda olduğu gibi, daha çok bir kaynak dağılımı sorunudur. Bu mal ve hizmetlerde etkin bir arz düzeyi sağlayabilmek, çevre politikasının önemli yanlarından birini oluşturur.

2.2 DIŞSALLIKLAR

Dışsallık kavramı, üretici ya da tüketici olsun, bir iktisadi işlemcinin, fiyattan başka yollarla diğer işlemcilerin refahını etkilemesi anlamındadır. Örneğin, bir firmanın üretim faaliyetleri bir körfezi kirletiyorsa, bu olay körfezde bulunan diğer firmaların üretimini, balıkçılığı, ulaşım araçlarını ve kıyılardaki konutlarda oturanların sağlığını olumsuz yönde etkileyecektir. Bu türden negatif dışsallıklar (*diseconomies*) yanında diğer ekonomik işlemcilerin kazanç ya da refahlarını artıran pozitif dışsallıklar da olabilir.



Şekil 1.1

Dışsallıkların var olduğu bir ortamda piyasanın yaptığı kaynak tahsisleri etkin değildir. Negatif dışsallıklar durumunda, örneğin bir firma üretiminin diğer işlemcilerin maliyetini artırdığı bir durumda firmanın marjinal maliyeti (MC_f), üretimin topluma marjinal maliyetinin (MC_s) altında kalır (Şekil 1.1). Burada marjinal toplumsal

maliyet, marjinal üretim birimine tahsis edilen toplumsal kaynakların değeridir. Eğer marjinal maliyetler artıyorsa, firmanın çıktı düzeyini marjinal toplumsal maliyet piyasa fiyatına eşit olana kadar geriletmek üretimde etkinliği sağlayacak, piyasa fiyatı (P_0) değişmediği takdirde etkin üretim düzeyi Q_1 olacaktır. Eğer firma negatif dışsallığın bedelini öderse o zaman firmanın seçtiği üretim düzeyi etkin olacaktır. Bu sonuç, ileride değineceğimiz gibi, piyasa mekanizması araçlarıyla yapılması öngörülen müdahalelerin çıkış noktasını oluşturmaktadır.

2.3 EKSİK BİLGİ, BELİRSİZLİK VE GERİ DÖNÜLMEZLİK

Geleceği ve belirsizliği dikkate aldığımızda, mevcut piyasalar kümesinin bütün ürünler için gelecekteki arzları belirleyen piyasalar ile son derece gelişmiş bir sigorta piyasasını da içermesi gerekecektir, öyle ki, ortaya çıkabilecek tüm ihtimalleri önlemek mümkün olsun. Eğer bu piyasalar mevcut değilse piyasaların kaynak dağıtım işlevi yetersiz kalacaktır. Gerçekte de birçok durumda, piyasalar bu işlevi yapamamaktadır. Bunun temel nedeni bilgi eksikliğidir. Enformasyon ve iletişim bedava olmayıp pahalı ve ekonomik işlemlerin maliyetini yükselten ve yukarıda anılan piyasaların işleyişini engelleyen faktörlerdir.

Hem gelecek piyasalarının hem de sigorta sistemlerinin olmaması çevre politikaları için en güçlü gerekçelerdir. Çevre sorunları çoğu kez dışsallıklarla ilgili olduğundan ve dışsallıklar kamusal mal nitelikleri nedeniyle genel olarak piyasalarda hesaba katılmayıp, taraflar arasındaki doğrudan pazarlığı etkilemediklerinden, olayları piyasa mekanizmaları içinde çözmek güçleşmektedir. Aşağıda göreceğimiz birçok model ve çözüm bu nedenle sadece "model" olarak kalma durumundadır. Bu konudaki en güzel örnek, uzun dönemde yaratacağı tahribatın tüm boyutları bugünden kestirilemeyen hava kirliliğidir. Havayı kirletici bir maddenin kısa dönemde ihmal edilebilir zararları olabilir, ama zaman içindeki birikim doğal çevreye çok büyük ve giderilmesi imkânsız zararlar verebilir. Dahası, bu zararların gerçek boyutları bugünden tahmin edilemeyebilir de. Dolayısıyla, söz konusu maliyet unsurlarını günümüzdeki piyasa işlemlerine yansıtmak ve üretim etkinliğini sağlamak mümkün olamaz.

3. DOĞAL ÇEVRENİN ÇEŞİTLİ KULLANIMLARI VE KORUMA

Yukarıda da değinildiği gibi, bu yazının ilgi alanı doğal çevrenin korunmasından çok, kirlenme olgusudur. Bu nedenle bu başlık altında, özellikle belirsizlikler altında alınan ve uzun dönemli sonuçlar yaratan kararlara ilişkin teorik sorunların ve doğal çevrenin korunmasından sağlanan yararların ölçümüne ilişkin kavramların tartışılmasına yer verilecektir.

3.1 GERİ DÖNÜLMEZLİK (*IRREVERSIBILITY*)

"Geleneksel" fayda/maliyet analizi, çeşitli projelerin birbirinden bağımsız ele alınacağını varsayar. Ama bu varsayım projeler doğal çevreyi kullandığı ya da tahrip ettiğinden geçersiz hale gelir. En önemlisi, bir yer belirli bir amaçla yalnız bir kez kullanılabileceğinden, projenin zamanlaması ve sonuçları optimize edilmelidir. Krutilla ve Fisher (1975: Bölüm 7), Idaho-White Cloud Peaks'deki molibden maden projesi örneğini bu açıdan incelediler. Proje, hemen tamamlandığında, projeden kaynaklanan kayıplar, yani tarım (mera) arazisinin yitirilmesi ve tahrip edilen araziyi ıslah etme maliyetleri dahi hesaba katılsa net pozitif bir bugünkü değer (*present value*) vermekteydi. Fakat projenin 15-20 yıl geciktirilmesi daha da yüksek bir değer veriyordu. Bu sonuca sadece ileride maden cevherinin daha büyük değer kazanmasından değil, ara dönemde giderek artan dinlence faydalarının ortaya çıkması nedeniyle ulaşılmaktaydı. Zamanlama boyutunu göz önüne almayıp, bugünkü değer esasından hareket eden bir proje madenin derhal geliştirilmesini öngörür; oysa yabanıl doğanın (*wildlife*) etkin kullanılması projenin geciktirilmesini gerektirmektedir. Fisher, Krutilla ve Cicchetti (1972), geri dönülmezlik şartlarında bir karar organının, doğal çevreyi kullanarak faydasının bugünkü değerini maksimize etmek istediği varsayımıyla, proje zamanlama ve sıralamasının (*sequencing*) biçimsel analizini kontrol teorisi yardımıyla yapmışlar, geri dönülmezliklerin çevreyle ilgili kararları nasıl etkilediğini göstermişlerdir. Somut olarak, doğal çevrenin başka bir amaçla kullanılmış olması belirli bir gelecekte istenmeyecekse, bugünkü faydalar ile maliyetlerin karşılaştırılmasında kazançlı görünen bir projeden vazgeçerek net bugünkü değer maksimize edilebilmektedir. Eğer geliştirmeden elde edilecek yararlar, çevreyi korumadan elde edilecek yararlara göre göreli olarak daima

azalıyorsa, geliştirme optimal olarak ya hemen ele alınmalı ya da geliştirmeden tamamen vazgeçilmelidir.

Bu, oldukça tipik bir örnek olaydır. Örneğin, bir hidroelektrik santralın yararları bu santralın ömrü içinde, teknik ilerleme nedeniyle giderek azalabilir. Çünkü, diğer enerji üretim alternatifleri (örneğin termik enerji üretimi) ortaya çıkabilir. Burada dikkat edilecek nokta, teknik ilerlemenin asimetrik niteliğidir. Teknik ilerleme (elektrik enerjisi gibi) üretilmiş mallarda hızlı bir artış yaratsa bile doğal güzelliklerin üretimini sağlayamamaktadır. Tabii, tüketici tercihleri önemli ölçüde üretilmiş mallar lehine değişmiyorsa, bu malların arzının artmasıyla birlikte birim değerleri güzelliklerin değerine göre azalacaktır. Bu durum Smith'in (1974) teknik değişme ve göreli fiyat davranışına ilişkin genel denge modelinde gösterilmiştir.

Fisher-Krutilla-Cicchetti sonuçları, doğal çevredeki bir kaybın geri dönülmezliği varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayım, teknik ilerlemeyle ya da tüketici tercihlerinin etkilenmesi yoluyla *restore* edilmiş doğal çevrenin *özgün* doğal çevrenin yerini tutacağı tüketicilere kabul ettirilemiyorsa geçerlidir. Çok nadir bir çevre güzelliğinin kaybı, fosil yakıt gibi yenilenemeyen bir kaynağın kaybından "çok daha geri dönülmez" bir nitelik taşır. Bir yerdeki maden rezervinin tükenmesi her ne kadar geriye dönülmez ise de aynı enerjiyi sağlayacak başka bir yakıtın mevcut olması nedeniyle büyük bir sorun yaratmaz. Gerçekte, teknik ilerleme maden ve enerji kaynaklarının giderek daha düşük göreli maliyetlerle üretim yapmasını mümkün kılmaktadır. Ama teknik gelişme fosil yakıt rezervlerini oluşturan jeomorfolojik ve ekolojik koşullar dizisini yeniden üretemez. Çevre bazen tek ve nadir bir varlık oluştururken, bazen de kolaylıkla ikame edilemeyen ve restorasyonu pratik olarak mümkün olmayan bir şeydir. Geri dönülmezlik burada, "tam rekabet" veya "kamusal mal" deyimlerinde olduğu gibi bir soyutlamayı, bir uç (*extreme*) konumu simgeler, ama bu soyutlama bir ekonomik olayın özünü kavramamıza yardımcı olmaktadır.

3.2 BELİRSİZLİK VE OPSİYON DEĞERİ

Korunmuş doğal çevrenin sahiplenilemeyen faydasının bir bölümünün gelecekteki talebin bilinmezliğinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Krutilla, 1967: 780-82). Düşünelim ki birisi, gelecekte Ihlara

Vadisi'ni ziyaret etmek isteyebileceğine ya da çocuklarının veya torunlarının da ziyaret etmek isteyebileceklerine inanıyor. Muhtemelen, bu kişi. Ihlara Vadisi'nin gelecekte de aynı halini sürdürmesi ve ziyaret imkânının (opsiyonunun) muhafazası için bir miktar ödeme yapmaya istekli olacaktır. Bu ödeme istekliliği ile belirlenen faydanın sahiplenilemezliği, Ihlara Vadisi'ni korumak için oluşturulacak bir fona katkıda bulunmayanların da söz konusu "opsiyonu tüketmelerine", yani ileride bu güzelliklerden yararlanmalarına engel bulunmamasının sonucudur.

Burada ortaya çıkan soru, Ihlara Vadisi gibi karakteristiklere sahip olan (talebi belirsiz, yakın ikame malları bulunmayan, kaybolursa kolaylıkla yeniden üretilemeyen) mallara ilişkin "opsiyon değeri"nin tüketici rantından (*consumer's surplus*) farklı olup olmadığıdır (Long, 1967). Talebi belirsiz kişinin yaptığı ödeme acaba gelecekteki faydasının altında mı, daha doğrusu ödediği ile ilerideki faydası arasında bir tüketici rantı mevcut mu? Cicchetti ve Freeman'ın (1971) bir analizinde riskten kaçınan ve belli bir fiyattan, bir malı gelecekte tüketmek için bir opsiyon satın alma veya almama kararını verecek olan bir kişinin davranışı incelenmektedir. Anılan yazarlar, kişinin bu opsiyon için ödeyeceği maksimum miktarın beklenen tüketici rantını aştığını ve aradaki farkın riskten kaçınma primine eşit olduğunu göstermişlerdir.

Bu analizin sınırları üzerinde biraz daha durulmalıdır. Kişilerin riskten kaçındığı, toplumların ise kaçınmadığı varsayımı uzun süredir tartışılagelmiştir. Arrow ve Lind (1970), tek bir kamu yatırımının, pek çok bireye yayılarak, risk taşıma maliyetinin önemsiz miktara indiğini çünkü net fayda ve riskin yayıldığını göstermişlerdir. Risk primi olmayınca, opsiyon değeri ile tüketici rantı arasındaki fark kaybolur. Ama Arrow ve Lind'in bir sulama projesi ya da bir elektrik üretim projesinde gerçekçi görünen, tek bir kamu yatırımının fayda ve risklerinin paylaştırılması modeli, kirlenmeyi azaltma ya da çevre koruma gibi kamusal mal üreten bir yatırım projesine uygulandığında gerçekçiliğini yitirir. Fisher (1973), bir kamu yatırımının hisselerinin hisse sahiplerinin sayısından etkilenmemesi durumunda hâlâ bir risk primi taşıdığını göstermektedir.

İkinci sorun, çevre korumanın da geliştirme gibi riskleri bulunduğuna ve dolayısıyla bu risklere ilişkin risk primlerinin bulunabileceğiyle

ilgilidir. Her zaman bir barajı inşa etmemekle sel felaketi riski, inşa edildiği zaman da rekreasyon opsiyonunu yitirme riski mevcuttur. Henry'nin (1974a) iddia ettiği gibi, her iki seçim de geri dönülmezlik taşır.

Arrow ve Fisher (1974) ile Henry (1974b), riskten kaçınma olmadığı durumda opsiyon değeri taşıyan bir model öneriyorlar. Biri geri dönülmeziik taşıyan iki alternatif arasındaki seçimi irdeleyen modele katılan yeni eleman, zaman içinde bir çevrenin alternatif kullanımından doğacak faydalar için yeni bilgilerin ortaya çıkması olayıdır. Bu bilgiler gelecekteki geliştirme planlaması esnasında dikkate alınacaktır. Ama geliştirme planı cari karar dönemi içinde uygulanmayacaksa bu yeni bilgi dikkate alınabilir. Geliştirme süreci geri dönüşsüz olduğundan, geliştirme kararı bir kez verildiğinde, bu karar yapılan işin bir hata olduğunu gösteren yeni bilgilerden etkilenmeyecektir. Dolayısıyla riskten kaçınmanın olmadığı durumlar için de bir opsiyon değeri söz konusu olacaktır. Eğer karar organı, öznel bir kesinliğe dayanarak arzu ettiği geliştirme için değerler saptamaya kalkışıp bilgilerinin mükemmel olmadığını anlamazdan gelirse, planlama dönemi içinde umulan kazançları maksimize edemeyecektir.[1]

3.3 GÖRGÜL ÇALIŞMALAR VE UYGULAMALARI

Doğal çevreyi korumadan elde edilecek yararları belirleyecek fazla görgül (ampirik) çalışma yapılmamıştır. Konunun yakın zamanlara kadar çok önemli sayılmaması ve yararları belirlemenin çok güç bir iş olması bunda rol oynamıştır. Güçlüğün temelinde yabanıl doğa değerlerini ve kullanımım tanımlamanın ve nicelleştirmenin zorluğu yer almaktadır. Yer ve hayat bilimlerindeki çalışmaların, tıp ve tarım gibi uygulamalı bilimlerde olduğu biçimde, gelecekte verimli sonuçlara ulaşması beklenebilir. Geçmişteki çevre koruma örneklerinden, bu yatırımların sağladıkları yararları ve destekledikleri çeşitli hayat sistemlerini belgelemek mümkünse de belli bir alanda gelecek yararları tahmin etmek çok güçtür.

Güzel bir manzara veya olağanüstü bir tabiat harikasının korunmasıyla elde edilecek fayda, bazıları için sadece bunun varlığını bilmekten ibarettir. Bunun kanıtları olarak, Nature Conservancy ve

---

[1] Modelin basit bir matematiksel anlatımı için *bkz.* Fisher ve Peterson (1976).

World Wildlife Fund gibi örgütlere, uzak yerlerdeki güzellikleri veya nadir hayvan türlerini korumaları amacıyla yapılan bağışlar gösterilebilir. Bu bağışı yapanların çoğu, bağış yaptıkları güzellikleri ya da hayvanları hayatlarında hiç görmeyecekler fakat bunları bileceklerdir (Krutilla, 1967). Ölçüsü bu bağışlarla sayısallaştırılan değer, varoluş değeri (*existence value*) olarak adlandırılır. Ancak, bu değerlerin mevcudiyetine dair deliller olmasına rağmen bunların sahiplenilememesi nedeniyle, piyasa işlemleri yoluyla ölçülmesi mümkün değildir.

Bu koşullar karşısında en yararlı strateji, sorunu, tanımlaması güç faaliyetlere yer vermeden ortaya koymaktır. Bu strateji teorinin, verilerin ya da her ikisinin, herhangi bir çevre kaybının para cinsinden tahminini geliştirmeye yeterli olmadığı durumlara da yaygınlaştırılabilir. Bu amaçla, başatlık (*dominance*) kavramı yararlı olacaktır, İki proje düşünelim: Biri katı yakıt ile biri nükleer enerji ile aynı miktar elektrik üretmekte ve bunların gayrisafi faydası ürettikleri kilovat saat elektrikle ölçülmekte olsun. Maliyetin de iki ölçülebilir kısma ayrıldığını düşünelim: Piyasa girdi fiyatlarıyla belli olan doğrudan kaynak maliyetleri ve bir şekilde ölüm oranlarındaki artışlarla belli olan sağlık maliyetleri. Her iki maliyet unsuru nükleer santralda fosil yakıta göre daha fazlaysa, fosil alternatif başattır. Alternatifleri mukayese etmek için, kaynak ve sağlık maliyetlerini aynı ölçüyle toplamak burada gerekli değildir.[1]

Talep teorisi, dinlenceye ayrılan kaynakların değerlendirilmesi için doğrudan uygulanamaz, çünkü alışılmış mal ve hizmetlerden farklı olarak bir dinlence yerinin sağladığı hizmetler ya nominal bir fiyattan ya da parasız olarak kullanıcılara sunulmaktadır.

Bu güçlüğü aşmanın özgün bir yolunu Hotelling, 1947[1]de önermiş, Clawson'un (1959) gün ışığına çıkardığı bu çözüm, dinlence iktisadına ilişkin literatürde büyük ilgi çekmiştir. İlke olarak, yöntem çok basittir: Bir dinlence alanının kullanımı ücretsiz olsa bile buraya gelen kişi ulaşım giderleri biçiminde gizil bir fiyat ödemektedir, öyleyse, bu alanın kullanımı, ziyaretçi gün sayısı, nüfus ve ziyaretçilerin geldikleri yörelere göre hesaplanacak ziyaret maliyetleri ile ilişkilendirilebilir. Böylece bulunacak talep ilişkileri

---

[1] Böyle bir yaklaşımın Trans-Alaska ve Trans-Kanada Petrol Boru hatları projesine uygulanması için *bkz*„ Cicchetti (1972) ve Krutilla ve Fisher (1975).

toplulaştırılarak (*aggregation*) söz konusu alanı kullanmanın değeri bulunabilir.

Hotelling-Clawson yöntemi belirgin bir ölçüm kolaylığı getirmekte ve iyileştirilmiş su kalitesi ile sağlanan yeni dinlence fırsatlarının değerlerini ölçmekte kullanılabilmektedir. Varsayalım ki yüksek ölçüde kirli bir ırmak balık avlamaya imkân sağlayacak biçimde temizleniyor. Çevredeki yörelerden balık avlanabilecek bir yere ulaşmanın maliyeti düşecek, bu balık avlayacakların sayısını da artıracaktır.

Eğer balık avlama için ırmağa gidiş sayılarını v, ulaşım maliyetini p ile gösterir ve ikisinin v = v(p) fonksiyonu ile ilişkili olduğunu varsayarsak, bu ırmağın temizlenmesi nedeniyle tüketici rantında

$$\sum_j n_j \int_{p'_j}^{p_j} v(p)\,dp$$

ortaya çıkacak olan artış

olacaktır. Burada n_j, j yöresindeki nüfusu, p_j, j yöresinden balık avlamaya gidenlerin eskiden katlandığı ulaşım maliyetini, p'_j ise aynı yöreden balık avlamaya gitmek için yapılan yeni ulaşım maliyetini gösterir.

Bu yöntemin avantajı, tüketici talebi teorisinden hareket etmesi, böylece maliyet/fayda analizinin gerektirdiği keyfi bir değer verme işlemine ihtiyaç duyulmamasıdır. Yeni dinlence alanları için yapılan çalışmalara bu yaklaşım mantığı egemendir.

Dinlence iktisadında dikkati çekmeğe başlayan başka bir sorun da, dinlence faaliyetinin yapılacağı doğal bölgenin "taşıma kapasitesi"dir. Genel nüfus içinde gelir ve eğitimin artmasıyla, dinlence kaynaklarına olan talep ve bunların değerinin birlikte artışı gözlenmektedir. Belli bir dinlence alanında fazla kullanımdan dolayı kaynağın kısmen tahribi ve böylece tüketiciye sağlanan tatminde azalma söz konusu olabilir. Buna bağlı olan yönetim sorunu, tur programlarım, gezinti yollarını iyi tanzim ederek, trafik sıkışıklığının maliyeti ve fiziki tahrip dışında kalan net faydayı maksimize edebilmektir (Fisher ve Krutilla, 1972: 432).

Görüldüğü gibi, kirletilmemiş bir doğal çevredeki kaynakların

değerlendirilmesi ile ilgili sorunlar tümüyle çözülmüş değildir; ancak çevreyi doğal biçimiyle korumak ya da belirli bir kullanıma açmak amacı ile kullanılacak bir fayda/masraf analizi uygulaması için bu sorunların tümüyle çözülmesini beklemeye gerek yoktur.

4. ÇEVRE KİRLENMESİNİN EKONOMİK ANALİZİ[1]

4.1 GİRİŞ

Çevre koruma gayretleri çevre kirlenme sorunundan daha önce ortaya çıkmakla birlikte, kirlenme literatürü çok daha zengindir. Bunun nedeni, belki de kirlenme analizinin firma davranışı ve piyasaya ilişkin olması dolayısıyla, bu analizde fiyat teorisinin uygulanabilmesidir. Oysa, doğal çevre genel olarak kamu mülkiyetinde olup, daha az gelişmiş bir bilim (ya da sanat) olan maliyet/fayda analizini gerektirir. Uygulama düzeyinde ise, kirlenmenin azaltılmasının ekonomik değerlendirilmesi en azından maliyet açısından piyasa verilerinin varlığı ile kolaylaşıyor. Yine de bu olayın fayda tarafım ölçmenin güçlükleri ileride de değineceğimiz gibi tümüyle aşılmış değildir. Kirlenmenin ilk sistematik iktisadi analizi, dışsal ekonomiler olgusunun bir incelemesi olarak Pigou (1932) tarafından yapılmıştır. Ancak kirlenme,1960'lara kadar ne iktisatçılar ne de diğer meslek adamları tarafından insanlığı tehdit eden ciddi bir tehlike olarak algılanmıştır. Bu kayıtsızlığın nedenleri, kirlenmenin etkilerinin kolaylıkla anlaşılamaması ve kirlenmenin hassas biçimde ölçülmesinin ileri teknolojiler olmadan yapılamaması olabilir. Sorunun o günlerden beri giderek ağırlaşması ve çevrenin hızla kirlenmesi de hiç kuşkusuz, ilgiyi artıran önemli bir faktördür.

Kenneth E. Boulding'in (1966) dünyayı bir uzay gemisine, dışarıdan hiçbir şey alamayan ve hiçbir şeyi dışarıya atamayan kapalı bir araca benzeten yazısından sonra, kirlenmeyi bir fiziksel denge sorunu olarak irdeleyen ve maddenin sakınımı yasasından hareket eden Ayres ve Kneese (1969) kirlenmeyi istisnai değil, çok yaygın bir olay biçiminde tanımladılar. Ayres ve Kneese "tüm nihai mallar tüketim sürecinde yok olmadıkça ya da mülkiyet hakları, çevre haklarını da kapsayacak bir özel mülkiyet biçiminde düzenlenip, bu haklar rekabetçi piyasalarda değişime uğramadıkça", serbest değişim sürecinin teknolojinin yarattığı dışsal ekonomilerden bağımsız

---

[1] Bu alt bölümde özellikle Fisher ve Peterson'dan (1976) yararlanıldı.

kalamayacağını vurguladılar.

Ayres ve Kneese'in işaret ettikleri gibi gerçekte mevcut ekonomilerin hiç birinde bu koşullar sağlanmamaktadır, iktisatçılar özellikle tüketimi, maddenin tamamen "tüketilerek" yok olmasıyla eş anlamlı görmelerine rağmen, atıklar ve artıklar hemen tüm üretim ve tüketim faaliyetlerinin belirgin niteliğidir. Ayrıca, tüm artıkların doğal çevre ortamına dökülmesi de tek alternatif değildir ve bu nokta kirlenmenin denetiminde önemli bir husustur. Maddeler çok daha etkin kullanılabileceği gibi yeniden kazanılıp üretim sürecine sokulabilir (*recycling*). Kuşkusuz, bu kaynakların tükenmesine karşı bir alternatif de oluşturmaktadır. Üretim süreçleri daha az zararlı atıklar çıkaracak biçimde değiştirilebileceği gibi bazı durumlarda sadece yer değişikliği ile de olumlu sonuçlar alınabilir.

Bu yaklaşımlar akla uygun bir fiyatlama yolu ile çözüm önerilerini getiriyor. Gerçekten, kirlenmenin ekonomisine ilişkin literatürde egemen olan tema şudur: Çevrenin sınırlı özümseme (*assimilation*) kapasitesinin kullanımı için bir fiyat konulması, 2.2ˊde değindiğimiz nedenlerle başarısız görünen piyasa mekanizmasını işletebilir.

Böyle bir çıkış noktasının yol açtığı güçlüklerden ilki, çevrenin özümseme kapasitesinin değişkenliğinden kaynaklanmaktadır. Bohm (1972a) ve Davis'in (1968) su kirlenmesine ilişkin çalışmalarında değinildiği gibi, bu kapasite değiştirilebiliyorsa, Pareto anlamında etkinliği sağlama sorunu uygun fiyatlama problemini aşarak, kamusal mal niteliğinde hizmet üreten yatırımların planlanması sorununa dönüşür. Bir diğeri ve bu rapor bağlamında ayrıntılı olarak ele alınacak olanı ise, dışsal ekonomilerin karar birimleri için içsel duruma dönüştürülmesidir. Bu tartışmanın ele aldığımız somut konu açısından önemi kirliliği azaltıcı önlemlerin mali yükünün ekonomik etkinlik ilkesine ters düşmeyecek şekilde ilgili taraflar arasında paylaştırılmasında yatmaktadır.

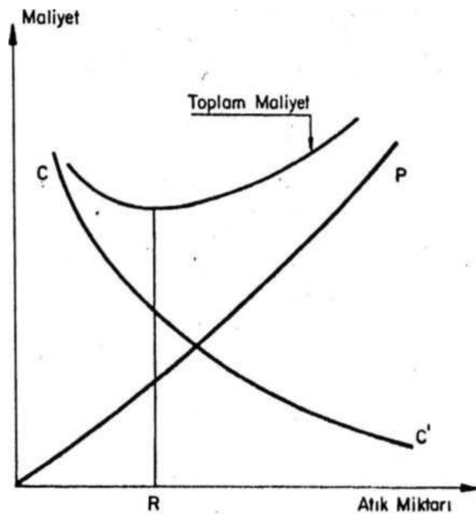
Aşağıda ilkin kirlenmenin optimal kontrolü sorunu genel bir çerçevede ele alınacak, daha sonra dışsal 1ıkların içselleştirilmesi üzerinde durulacaktır. Kirlenmeyi giderme çalışmalarında fayda ve maliyetlerin belirlenmesi, uygulanan analiz yöntemlerinin tartışılması ve örnek olaylar üzerindeki gözlem ve değerlendirmeler bu bölümde sırasıyla ele alınan diğer konular olacaktır.

4.2. KİRLENMENİN OPTİMAL KONTROLÜ

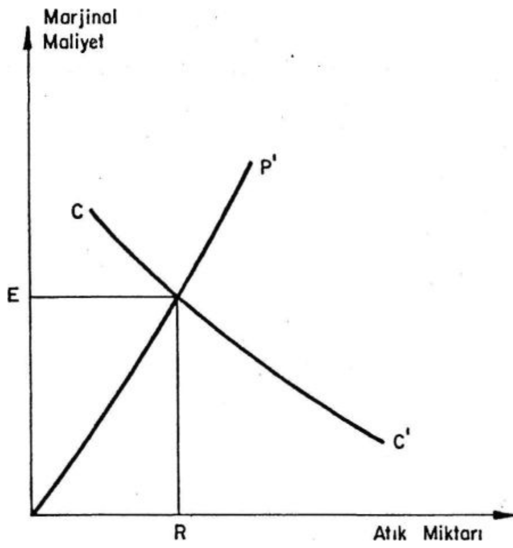
Genel olarak bir sanayi, farklı üretim düzeylerinde neden olacağı kirlenme miktarını değiştirebilir, üretim düzeyi verildiğinde, farklı yöntemler kullanarak farklı kirletme düzeyleri sağlanabilir. Sorun, optimal kirletme düzeyinin ne olduğudur. Burada kirlenmenin toplumsal maliyeti ile kirletmeyi azaltmanın maliyetinin karşılaştırılması gerekir.

Şekil 1.2'de OP eğrisi, bir sanayi dalının üretim düzeyi sabit tutulduğunda işlem görmemiş (*untreated*) atıkların farklı düzeylerinin neden olacağı kirlenmenin toplumsal maliyetini göstermektedir. Buna göre atık miktarı arttıkça toplumsal maliyet de artmaktadır. CC eğrisi ise farklı atık düzeylerinde kirlenmeyi kontrolün bu sanayi dalına maliyetini vermektedir. Bu maliyet atıkların ne kadar işleme tabi tutulduğuna bağlı olarak değişecektir. Artıkların olduğu gibi çevreye atılan miktarı arttıkça kontrol maliyeti azalacak, işleme tabi tutularak atılan artık miktarı çoğaldıkça sanayiin maliyeti artacaktır. Toplum açısından optimum kirlenme düzeyi bu iki maliyetin -kirlenmenin maliyeti artı kirlenmeyi kontrolün maliyeti- toplamının minimum olduğu düzeydir. Şekil 1.2'de bu düzey R ile gösterilmiştir. Bu optimum miktardır, çünkü eğer sanayi bu miktardan daha az artık atıyorsa, atıklardaki bir birim artışın neden olacağı kirlenme kontrol maliyetindeki azalış, kirlenme maliyetindeki artıştan daha fazla olacaktır, öte yandan, eğer endüstri bu miktardan daha fazla artık atıyorsa atık miktarını bir birim azalttığında bunun neden olacağı kirlenme maliyeti azalışı kirlenmeyi kontrol maliyetindeki artışın üzerinde olacaktır.

Şekil 1.2



Bu durumu marjinal maliyet eğrileri yardımıyla da gösterebiliriz. Şekil 1.3'te OP' eğrisi farklı atık düzeylerinde atığı bir birim artırmanın neden olacağı toplumsal maliyet artışını göstermektedir. C'C' eğrisi ise atığı bir birim azaltmanın neden olacağı sanayi maliyetindeki artışı göstermektedir. Toplumsal açıdan optimal kirlenme düzeyini bu iki eğrinin kesişme noktası (R) verecektir. Bu noktada kirlenmeyi bir birim artırmanın maliyeti kirlenmeyi bir birim azaltmanın sanayie getireceği maliyet artışına eşittir. Bu nokta aynı zamanda Şekil I.2′de toplam maliyetin en az olduğu kirlenme miktarıdır.



Şekil 1.3

Kendi haline bırakıldığında, sanayi kirletmesini OR miktarı ile sınırlandırmayacaktır; çünkü bu kirletmenin maliyetine katlanmamaktadır. Sorun bu maliyeti firma için içsel duruma getiren optimal kirlenme düzeyinin nasıl sağlanacağıdır. Bunun bir yolu devletin doğrudan müdahalesidir. Burada devlet, sanayiin kirletme düzeyini OR ile sınırlandırmasını yasal olarak zorunlu kılabilir ve bu amaçla standartlar koyabilir. Bir diğer alternatif ise kirletici harçlarını (*effluent fees*) kullanmaktır. Bunun amacı kirletmenin özel maliyetini toplumsal maliyetine yaklaştırmaktır, örneğin Şekil 1.3’de gösterilen durumda devlet OE kadar kirletici harcı koyduğunda sanayiin atık miktarını OR düzeyine indirmesi beklenir. Çünkü R noktasının sağında kirletmeyi bir birim azaltmanın marjinal maliyeti kirletici harcının altında kaldığından kirletmeyi azaltma sanayi açısından kârlı olacaktır. Atık miktarı (kirletme düzeyi) optimumun üzerinde olduğu sürece kirletici harcı etkili olacaktır.

Devletin bir diğer müdahale biçimi kirlenmeyi kontrol donanımı kullanacak firmalara vergi ertelemesi ya da indirimi biçiminde sübvansiyonlar sağlamasıdır. Bu alternatiflerin teorik öncülleri, uygulama biçimleri ve etkinlikleri aşağıda ele alınacaktır.

4.3 DIŞSALLIKLARIN İÇSELLEŞTİRİLMESİ

4.3.1 COASE TEOREMİ

Coase teoremi, önemli dışsallıkların varlığında bile tam rekabetçi bir ekonominin kaynakları toplumsal olarak optimal biçimde dağıtabilmesi ile ilgilidir. Örneğin bir fabrikanın bir ırmağı kirlettiğini varsayalım. Eğer ırmağın mansap taraflarındaki su kullanıcıları belli bir nitelikteki suyun mülkiyet hakkına sahip iseler, kendilerine gelen su bu kalitenin altına düştüğünde fabrikayı suyu kirlettiği için dava edebilirler. Fabrika bu durumda neden olduğu kirlenmenin başkalarına olan maliyetini ödeme zorunda kalacaktır. Ya da ırmaktaki suyun kalitesini yükselten ve böylece su kullanıcılarına yarar sağlayan bir firmayı ele alalım. Eğer bu firma suyun kalitesini yasal olarak belirlenmiş bir düzeyin üstüne çıkarırsa su kullanıcılarından bir ücret talep edebilir. Kuşkusuz burada da mülkiyet hakkının iyi tanımlanmış olması gerekir.

Eğer pazarlık ve müzakere maliyetleri çok yüksek değilse, dışsal bir yarar ya da zarardan sorumlu olanlar bu dışsallıktan etkilenenlerle pazarlık masasına oturabi1irler. Yukardaki ilk örnekteki durumda, ırmağı kirleten firma bundan zarar gören su kullanıcıları ile görüşüp onlardan ırmağı belirli ölçüde kirletme hakkını satın alabilir. Ya da ikinci örnekteki durumda, su kullanıcıları yasal olarak zorunlu olandan daha iyi kalitede su kullanma hakkını firmadan satın alabilirler. Böylece, her iki durumda da dışsallık ilgili tarafların hesaplamalarına yansıyacak, dışsallık içselleştirilmiş olacaktır. Eğer bu gerçekleşirse toplumsal ve özel maliyetler arasındaki fark da ortadan kalkacaktır.

Coase (1960), eğer bu türden görüşme ve pazarlıklar gerçekleştirilebilirse, önemli dışsallıkların varlığında bile tam rekabetçi bir ekonominin kaynaklan devlet müdahalesine gerek kalmadan etkin bir biçimde dağıtacağını ileri sürmüştür. Bu görüşmelerde ilgili taraflar davranışlarının başkaları üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurmak zorunda kalacaklardır. Coase, mülkiyet hakkının hangi tarafa ait olduğunun sonucu

değiştirmeyeceğini de ileri sürmüştür. Buna göre mülkiyet hakkı ister kirleticiye ister etkilenenlere ait olsun sonunda optimal kirlenme düzeyine ulaşılacaktır.

Coase Teoremi diye adlandırılan bu teoremin geçerliliği her şeyden önce pazarlık ve görüşme maliyetlerinin düşük olmasını gerektirir. Örneğin, birinci örnekteki su kullanıcılarının bir araya gelip kirletici firmayla görüşme masasına oturmasının maliyeti düşük olmalıdır. Gerçekte, ilgililerin sayısı arttıkça görüşmenin maliyeti de artmaktadır. Ayrıca, maliyet düşük olsa bile bu tür görüşmeler pratik açıdan olanaksız olabilir, örneğin etkilenenlerin sayısı çok olursa bunların bir araya gelip görüş birliğine ulaşmaları imkânı bulunmayabilir.[1] Bu sorunların çözülmesi bile karşılıklı yarar sağlayacak bir sonuca ulaşılmasını garanti etmeyecektir.

Bir diğer nokta, bu teoremin geçerliliğinin çevre kalitesine ilişkin mülkiyet haklarının açık seçik belirlenmiş olmasını gerektirmesidir. Bu takdirde ve görüşmeler yapılabildiğinde ilgili taraflar belirli bir yörede ne kadar çevre kirlenmesi olacağı üzerinde pazarlığa oturabi1irler. Ancak, bu görüşmelerin etkili olabilmesi için bu mülkiyet haklarının yalnızca iyi tanımlanmış olması yetmemekte; ayrıca devredilebilmeleri de gerekmektedir.

Coase ve onun yaklaşımını benimseyenlerin modelleri, *firmadan firmaya* dışsal ekonomilerin ağırlık taşıdığı bir dünya için kurulmuş görünmektedir. Böyle bir dünyada pazarlık ve firmaların birleşmesi, dışsallıkları içselleştirmek için etkili yöntemler olabilir. Oysa son yıllarda çevrenin kirletilmesiyle sonuçlanan olaylar, çoğunluğunu firmaların değil, bireylerin oluşturduğu çok sayıda ekonomik işlemci arasındaki etkileşimin sonucudur. Coase teoreminin işlerliğini yitirmesine neden olan şey, sadece çok sayıda işlemcinin pazarlık maliyetlerinin yüksekliği değil, bunun yanında potansiyel gelir etkilerinin de önem kazanmasıdır (Dolbear, 1967; Mishan, 1967): Çevre mülkiyet haklarının kirletene ait olduğunu varsayalım. Bu

---

[1] Baumol'ün (1972: 321) deyişiyle, "Otomobil sürücülerinin egzoz gazlarını azaltmak için birbirlerine ödeme yaptıkları nerede görülmüştür?" Baumol'ün etkin bir kirlenme vergisi koymak isteyen bir kamu idaresinin o toplum için "sosyal zarar" fonksiyonunu bileceği hakkında kuşkulu olduğunu kaydetmek gerekir. Baumol bunun yerine, işsizlik ya da enflasyon hadleri için tespit edilen hedeflerin ortaya çıktığı siyasi sürece benzer bir standart tespit süreci öngörüyor. Bu yaklaşım ardından, Pigou türü bir vergi yoluyla, bu standartların en az maliyette sağlanabileceğini ileri sürüyor

mülkiyet hakkının kirlenmeden zarar gören taraf için değeri, bu kimsenin kirletene kirletmeyi durdurması için ödemeye razı olacağı bedelle ölçülecektir. Eğer bu bedel, atık bertarafı (*waste disposal*) için kirleticinin biçtiği değerin altında ise, Coase Teoremi'ne göre çevrenin atık bertarafı amacı ile kullanımı en etkin kullanımdır. Bunun tersini düşünüp mülkiyet hakkının zarar görene ait olduğunu varsaydığımızda, çevre hizmetlerinin değeri, bu kimsenin başka kullanımlara izin vermek için isteyeceği en az fiyatla ölçülecektir. İki ölçünün farklı olmasının bir nedeni, ilkinin kirlenmeden zarar gören tarafın geliri ile kısıtlanması, İkincisinin ise böyle bir kısıtlamaya bağlı olmamasıdır. Çevreyi kirletmeden kullanma için rakip olan taraf bir firma ise, iki ölçü birbirinin aynıdır.

4.3.2 PIGOU VE SONRASI

Pigou'nun temel yaklaşımı, bugünkü terminoloji ile ifade edilirse özel ve sosyal maliyet arasındaki ayrım üzerine oturtulmuştur. Bir firmanın diğer ekonomik işlemcileri doğrudan etkileyen bir artık (*spillover*) ya da dışsallık ürettiğini varsayalım. Firmanın marjinal sosyal maliyeti ile marjinal özel maliyeti birbirinden ayrılacak, eğer firmanın artıkları kirlenme gibi "hoş olmayan" bir şey ise, üretiminin "çok fazla" olduğu düşünülecektir. Buna uygulanacak politika, marjinal sosyal maliyetle marjinal özel maliyetin arasındaki farkı kaldıracak bir vergi ya da harç koymaktır. Vergi, firmayı, sosyal bakımdan "doğru" bir etkinlikle üretmeğe itecek, yani fiyat, marjinal sosyal maliyete eşit olacaktır.

Kneese (1964), Pigou'nun dışsallık için geliştirdiği analitik çerçeveyi kullanarak ve atık idaresi seçeneklerinin varlığını da saptayarak konuya eğilen ilk iktisatçı olmuştur. Alternatiflerin varlığı, kirliliği önlemek için sadece atık yaratan üretim faaliyetini durdurmak ya da atıkları çıkış noktasında arıtmaya çalışmak (*end-of-pipe treatment*) dışında, tesisin üretim sürecinin değiştirilmesi, atıkların yeniden üretim devresine sokulması ve kazanılması, merkezi arıtım için yatırım yapılması, vb. kararların da alınabileceği anlamına gelmektedir.

Kneese'in anılan çalışması kirlenmenin kontrolü alanına daha sonraları bazı yazarlar tarafından (örneğin Baumol, 1972) bir teorem biçiminde, ifade edilmek istenen temel bir ekonomik bakış getirmiştir: Belirli bir yörede deşarjlar üzerine konulacak bir vergi ya

da harç, bu yörede atık giderilmesinin (*waste disposal*) maliyetini en aza indiren denetim tedbirlerinin kombinasyonunu sağlama yönünde bir eğilim getirir. Bu teoremin şöyle bir uzantısı vardır: Yörede birden fazla kirletici varsa, tekdüze bir vergi ya da harç, bazılarının kirletmesini daha çok, bazılarınınkini ise daha az azaltır. Bu farklılık, her firmanın kirletme düzeyini azaltmamaktan sağladığı marjinal faydanın büyüklüğüne bağlıdır (Baumol, 1972). Dolayısıyla tekdüze bir standart, örneğin bütün üreticilerin kirletme düzeylerini % 50 düşürmeleri ekonomik anlamda etkin bir sonuç doğurmayacaktır.

Teoremin uygulamayı yakından ilgilendiren bir belirsizliği, kirlilik azaltma ölçüsünün kirlenmenin kaynaklarına mı (*pollutant emissions*), yoksa alıcı ortam kirliliğine mi (*ambient concentration*) mi uygulanacağıdır. İki farklı ölçü bazı, bütün kirletici kaynaklar belirli bir atık düzeyinde alıcı ortam kirliliğine eşit ölçüde etki yaptıkları özel durum için aynı sonuca götürür, ancak genelde böyle bir şartın gerçekleşmesi söz konusu değildir.

Baumol (1972) çözüm olarak atıklar (*emissions*) üzerine tekdüze bir vergi getirilmesini önermiştir. Ancak, uygulamada hedeflenecek şey, alıcı ortam kirliliği ise, vergi oranının kirleticinin alıcı ortamın kirliliğine katkısı oranında farklılaştırılması gerekecektir, örneğin hava kirliliği için meteorolojik durum ve kirleticinin nüfus merkezlerine göre konumu, belirli bir atık düzeyinin alıcı ortama etkisini (ve dolayısıyla optimal vergi oranını) çeşitli kirleticilere göre farklılaştıracaktır. Bu farklılaşmaya salt mekan değişkenleri, değil, zaman içinde ortaya çıkan değişmeler de yol açabilir. Kuşkusuz, vergi oranlarının mükemmel bir tarzda farklılaştırılması çok pahalı bir uğraştır. Tietenberg (1974a), bölgesel fiyatlar ve standartlar sistemi getirerek bir ara yol aramaktadır. Buna göre hava, belirli bölgelere ayrılmakta, her bölge için ayrı ayrı standartlar ve tekdüze vergiler saptanmaktadır. Etkin bir bölgeleme, bölge sayısının artışından kaynaklanan marjinal idari giderlerin, vergi oranlarının farklılaştırılmasından kaynaklanan marjinal kaynak tasarrufları ile eşitlenmesi demektir.

Bazı yazarlar yeterli veri olmadığında istenen temizlemeyi gerçekleştirecek doğru vergi miktarını belirlemek için iteratif bir süreç önermişlerdir. Görgül çalışmalar bu yöntemin önemli ölçüde kaynak israfına yol açacağını göstermiştir. Çünkü, gerçek yaşamda

yatırımlar zamansız ve maliyetsiz değildir. Bu nedenle iterasyon sürecinde her adım (*round*) ve bu nedenle doğru çözüme ulaşmak uzun yıllar alabilir.

Zarar fonksiyonlarının bilinmediği ve amacın belli çevre kalite standartlarına ulaşmak olduğu durumlarda atıklar için harç alma yöntemi, toplam temizleme maliyet fonksiyonu biliniyorsa, uygulanabilir. Yeterli veri olmadığında atık standartlarının belirlenip uygulanması istenen çevre kalitesinin minimumdan daha yüksek bir maliyetle sağlanmasına yol açar. Buna karşılık, atıklardan harç alınması elde edilen çevre kalitesinin (istenen kalite olmayabilir) minimum maliyetle sağlanması sonucunu doğuracaktır.

Özetle, çevre kirlenmesini önlemede vergi ya da harçlar*ın* ve standartlar aracılığı ile doğrudan kontrolün göreli rolü tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bazı iktisatçılar kirletici harçlarını doğrudan kontrol yöntemine yeğlemektedirler. Bunun bir nedeni kirlenmeyi belirli bir miktarda azaltmanın kirletici harçları yoluyla daha ucuza gerçekleştirilebilmesidir. Kirletici harcı bütün firmalar için aynı olduğunda, atık miktarını bir birim azaltmanın maliyeti de bütün firmalar için aynı olacaktır. Bu durumda her firma atık miktarını atığı bir birim azaltmanın miktarının kirletici harcına eşit olduğu noktaya kadar azaltacaktır. Böylece kirlenmeyi belli bir düzeye indirmenin toplam maliyeti de en az düzeye indirilmiş olacaktır. Oysa, standartların saptanmasına dayalı çevre kirliliği önleme politikalarının etkin olmayan kaynak tahsislerine yol açması olasılığı büyüktür.

İkinci olarak, kirletici harçları yöntemi doğrudan kontrolle karşılaştırıldığında daha az bilgi gerektirmektedir. Kirletici harçları kullanıldığında yapılacak tek iş farklı birimlerin neden oldukları kirletme (atık) miktarlarını belirlemektir. Kirletici birimler ise neden oldukları kirlenmeyi azaltarak kirletici harç ödemelerini azaltmaya çalışacaklardır.

Uygulamada kirletici harçlarının geniş kullanım alanı bulduğu görülmektedir, örneğin sınırlı su kaynaklarına sahip olan Ruhr Vadisi'nde yöredeki nehirlerdeki su kalitesini sürdürmede kirletici harçlarından yararlanılmaktadır ve bu uygulama oldukça başarılıdır. Ancak, bazı durumlarda doğrudan kontrol kullanılabilecek tek yöntem

olabilir, örneğin, atık çok tehlikeli ise ve mutlaka durdurulması gerekiyorsa. Kirletici miktarının ölçümünün çok zor ya da olanaksız olduğu durumlarda da doğrudan kontrol kullanılabilecek tek yöntem olabilir. Genellikle, ABD'nde doğrudan kontrol yönteminin daha sık kullanıldığı görülmektedir.

Harçlar/standartlar tartışmasına değişik bir bakış getiren Dales (1968), bir kirlilik kontrol kurulunun bir bölge için toplam kirlenme miktarı standardı saptayarak, kirletme hakkını *açık artırmaya* çıkarmasını önermektedir. Alıcı ortam kirliliği ile deşarjlar arasındaki ilişkinin belirlenebildiği ve "kirlenme"nin politika değişkeni olarak seçildiği varsayımı altında, açık artırma sistemi de tıpkı vergiler gibi etkin bir çözüm getirebilir, şu şartla ki kirlenme ve kirlenme giderilmesinin tüm fayda ve masrafları kirlilik kontrol kurulu tarafından biliniyor olsun.

Açık artırma yöntemi, başat firmaların ve firmalar arası anlaşmaların varlığı halinde önemli sorunlarla karşılaşır. Açık artırmada fiyat yüksek düzeylere ulaştığında bazı firmalar kapanarak işsizlik artabilir. Ayrıca temizleme maliyetleri yeni yatırımları azaltabilir. Kirletme izinlerinin açık artırma ile en fazla fiyatı verene satılması ya da tahsisi maliyetleri minimize edebil ir. Ancak, burada da uygulama güçlükleri söz konusudur. Böyle bir açık artırma çözümü temizlemenin marjinal maliyetini kirletmenin marjinal maliyetine eşitler. Ama bütün kirletici birimler için marjinal temizleme maliyetlerinin eşitlenmesi zorunluluğu yoktur.

Kirlenmeyi önlemek için, yukarıda anlatılanlara benzer birçok kontrol politikası uygulamak mümkündür. Hepsi de yerine göre etkin ve ekonomik olabilir. Yeter ki, maliyet ve fayda hakkındaki enformasyon tam olsun, yönetim maliyetleri de makul düzeyde tutulabilsin. Bu politikalar arasında politik bakımdan uygulanabilir olan seçildikten sonra muhtemelen yönetim maliyetinin minimize edilmesi düşünülecektir. Yönetim maliyetlerine enformasyon toplama ve politikada optimum doğrultusunda yön (amaç) değiştirme maliyetleri de katılmalıdır. Burada düşünülecek hususlardan biri de, gelişen bir ekonomide, çevrenin kalitesini idame ettirebilmek için, vergi oranlarını sık sık değiştirme gereğinin duyulmasıdır. Ancak temel fikir, gel işmiş piyasa ekonomilerinde, kirletme hakları piyasasındaki fiyat hareketleriyle, diğer piyasalardaki gibi, idarenin müdahalesi

olmaksızın, çevre kalitesinin serbestçe dalgalanan fiyatlar yoluyla idame ettirilebileceğidir (Ferrar ve Whinston, 1972; Tietenberg, 1974b).

Kirletici kaynakların ve kirlenmeden zarar görenlerin çok sayıda olduğu ve pazarlık ya da firmaların birleşmesi (*merger*) gibi genelde iki tarafın varlığı üzerine kurulan modellerin uygulanamadığı bir durumu ele alalım. Kirlenme düzeyinin ekonomik anlamda etkin olabilmesi için şu ya da bu biçimde bir müdahale gerekli olacaktır. Fakat burada bir soru ortaya çıkıyor: Bu etkinlik noktasına ulaşmakta kirletici *harçları* ve üreticilere çevreyi kirletmemeleri için verilecek sübvansiyonlar (ya da literatürdeki deyimle "rüşvetler") aynı ölçüde etkili olabilir mi?

"Rüşvet" ya da sübvansiyon, kirleticilere yüklenen genel bir vergi (ya da harç) ile eşleştirilmiş olarak, kirleticiye maktu bir transfer yapılması demektir. Fakat, bu transfer nasıl belirlenecektir? Sadece harçların uygulandığı bir sistemde böyle transferler söz konusu değildir. "Rüşvet" sisteminde (piyasaya girme potansiyeli bulunanlar da dahil olmak üzere) firmalar, aşırı kirletme eğilimi gösterecekler, ya da kendileri için kazançlı bir transfer düzeyi sağlamak için bunu bir tehdit unsuru olarak kullanacaklardır. Dolayısıyla, "rüşvet" sisteminde bir dengeye varmak, firmaların stratejik davranış olasılıkları karşısında kolay olmayacaktır.

Harçlar ve sübvansiyonlar sistemi arasındaki daha önemli bir fark, birincisinde kârlı olmayan bir ekonomik faaliyetin İkincisinde karlı hale gelebilmesidir. "Rüşvet", kirletici bir ekonomik faaliyeti daha kârlı duruma getirerek yeni firmaları sanayie çeker. Böylece *firma* düzeyinde azalan atıkların (*emission*) *sanayi* düzeyinde artması eğilimi ile karşılaşılır (Baumol ve Oates, 1975).

Baumol ve Oates'a (1975) göre sübvansiyonlar sistemi, teorik olarak, Pigou türü harçların yol açtığı kaynak tahsisini sağlayabilir, çünkü rekabetçi piyasa dengesinde önemli olan şey göreli fiyatlardır, üretimi çevreyi kirleten bir malın fiyatı sübvansiyon nedeni ile düşmüş olsa bile, bunu dengeleyen ve diğer malların da fiyatlarını gerileten bir sübvansiyon sistemi ile öyle bir göreli fiyat yapısına ulaşılabilir ki, bu göreli fiyat yapısı, tek bir kirletme harcı konmuş ve hiç sübvansiyon yapılmamış durumdakinin aynı olur. Ancak Kneese

ve Maeler (1973), bu tür biçimsel sonuçların gerekli enformasyonun fazlalığı dolayısıyla geçerliliğini yitireceğini vurgulamışlardır, örneğin, kirletici bir sanayi dalına girmeyen, ancak sübvansiyon alacakları için girmeleri söz konusu olabilen firmalara ne miktar ödeme yapılacağının belirlenmesi bu alanda karşılaşılacak güçlüklerden biridir.

Pigou türündeki bir vergilemenin etkinliğe ulaşmasını engelleyecek bir durum da kirlenmenin marjinal tahribatının artan bir seyir izlememesi ve/veya dışsal eksi ekonomilere maruz firmaların zarar karşısında kapanmaları olayı ile ortaya çıkabilen çoklu denge konumlarıdır. Ancak ilk varsayımın, çevre özümseme kapasitesinin kirlilik arttıkça azaldığını gösteren gözlemler önünde çok gerçekçi olmadığına işaret etmek gereklidir.

Uygulamada sübvansiyon yöntemine karşı yöneltilebilecek eleştirilerden biri de bu transferlerle satın alınması beklenen kirlilik azaltıcı donanını kullanımının, bazı durumlarda kirlenmeyi azaltmada kullanılacak en ekonomik yöntem olmayabileceğidir.

4.4. ÇEVRE KİRLENMESİNİN ZARARLARI VE KİRLİLİĞİ AZALTMANIN MALİYETLERİ: GÖRGÜL ÇALIŞMALAR

Çevre kirlenmesini önleyici politikaların belirlenip uygulanması, çevre kirliliğinin yol açtığı zararların ve kirliliği azaltmanın getireceği maliyetin parasal olarak ölçülmesini gerektirir.

4.4.1 ÇEVRE KİRLENMESİNİN ZARARLARININ BELİRLENMESİ

Kirlenmeden başlayarak zararların parasal ölçülmesine giden süreç birkaç aşamadan oluşur:

(i) İlk olarak çevreye verilen kirleticilerin miktarlarının;

(ii) Bu kirleticilerin çevredeki birikim ve yoğunlaşmalarının bunun sonucunda ortaya çıkan çevre kalitesinin;

(iii) Çeşitli kirleticilerin etkilerinin;

(iv) Son olarak, ortaya çıkan sonuçların parasal olarak ölçülmesi gerekir.

Bu sürecin çeşitli aşamalarında önemli bilgi eksiklikleri söz konusudur. En önemlisi, çevrenin kalitesi ile çeşitli kirleticiler arasındaki ilişki konusunda bir görüş birliği sağlanmış değildir. Kirli atıkların birikim ve yoğunlaşma düzeylerinin, başta insan sağlığı olmak üzere çeşitli

değişkenler üzerindeki etkileri konusunda da benzer bir belirsizlik söz konusudur. Farklı atıkların etkileri konusundaki bilgi eksikliğini de bunlara eklemek gerekir.

Etkilerin parasal maliyetinin ölçülmesi ise salt ekonomik değil felsefi sorunları da gündeme getirmekte (insan yaşamının değeri nedir?), bunların çözümü çoğu zaman "cesurca" basitleştirici varsayımları gerektirmektedir. Ridker, hava kirliliğinin ekonomik maliyeti ile ilgili çalışmasında, psikolojik etkileri bir yana bırakarak, hava kirliliğinin yol açtığı ölüm ve hastalıkların maliyetini, kaybedilen kazancın bugünkü değeri ve tıbbi tedavinin ve işe devamsızlığın maliyeti ile ölçmüştür (1967, Bölüm 3).

Su kirliliği söz konusu olduğunda, kirliliğin suyun yüzme, balık avlama gibi faaliyetlere kapanmasına yol açtığından hareket edilmektedir. Kirliliği azaltmaya yönelik programların değerlendirilmesinde genellikle suyun niteliğinin düzeleceği ve bu türden faaliyetlerin artacağı öngörülür ve bu tür kullanımlara değer biçilmeye çalışılır. Başka sulardaki bu tür kullanımlar ile gelir, nüfus yoğunluğu, ulaşım giderleri, ücretler ve benzer yerlerin konumu gibi değişkenler arasındaki ilişki regresyon analizi yardımıyla araştırılır. Davidson, Adams ve Seneca (1966), Delaware nehrinin ağzının temizlenmesini konu alan çalışmalarında suyun niteliğini sudaki çözünmüş (*dissolved*) oksijen düzeyi ile ölçmekte ve çeşitli nitelikteki sulardan yüzme, balık avlama gibi dinlence amacıyla yararlanacak hane halklarını tahmin için 1352 hane halkını kapsayan bir anket çalışmasından ve regresyon analizinden yararlanmaktadırlar. Bir günlük dinlenceye 1-5 dolar arasında değişen değerler biçerek temizlemenin yararını ölçmeye çalışmışlardır.

Bir günlük dinlenceye keyfi değer biçme sorununun üstesinden gelmenin bir yolu Hotelling-Clawson yöntemini kullanmaktır (Bkz.3.3) Yeni dinlence olanaklarının sağlanmasını konu alan Burt ve Brewer (1971) ve Cicchetti, Fisher ve Smith (1976) bu yöntemi kullanmışlardır. Ancak, söz konusu alan büyüdükçe bu yöntemin kullanılması da güçleşmektedir.

Bir diğer yöntem, her bir zararın maliyetini ayrı olarak belirleyip sonra bunları toplamak suretiyle toplam maliyetin bulunmasıdır:

Barret ve Waddell (1973), ABD'ndeki hava kirliliği ile ilgili olarak bu yöntemi kullanmışlardır. Eğer bazı etkiler niceliksel olarak saptanamıyorsa bu yöntem zararların olduğundan daha az çıkmasına yol açacaktır,

Anketler ve Açık Artırma Oyunları

Kişiler çevre kirlenmesinin zararlarını tam ve doğru olarak algıladıkları ve doğru yanıtlar verdikleri ölçüde anketler ve açık artırma oyunları kirliliği azaltıcı programların değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bohm (1972b) soruşturma biçiminin yanıtlarda sapmalara yol açmadığını göstermiştir. Randall, Ives ve Eastman (1974), ABD'nin güneybatısında Four Corners yöresindeki kirliliği azaltmanın yararlarını belirlemek üzere, yöre halkına ve turistlere yöredeki santralların neden olduğu kirliliğe ilişkin fotoğraflar göstermiş ve kirliliği azaltmak için ne kadar ödeme yapmaya razı olacaklarını sormuşlardır. Davis (1964), Brown ve Hammack (1973) ve Sinden (1974) bu amaçla soru kağıtları ve mülakatlardan yararlanmışlardır.

Arsa ve Konut Değerleri ve Ücretler

Kirlenmenin etkileri, piyasada algılandığı ölçüde arsa ve konut değerlerine ve ücretlere yansıyacaktır»

(i) Arsa ve Konut Değerleri

Arsa-konut değerlerini konu alan çalışmalarda, piyasada işlem görmeyen bir mal veya hizmete kişilerin verdiği değerin, alınıp satılan bir diğer mal veya hizmete verilen değer yardımı ile ölçülebileceği varsayılmıştır.

Üreticiler, tüketiciler ve arsa-konut sahipleri kirliliğin azaltılmasından yarar göreceklerdir. Ancak sorun, arsa-konut değerlerindeki değişmelerin bu etkileri ne ölçüde yansıtacağından kaynaklanmaktadır. Bu yansımanın tam olması için tüm yararların arsa-konut sahiplerine gitmesi gerekir. Kirlilik giderici programlar küçük ve girişi serbest olan bir kentte uygulanıyorsa, üretici ya da tüketicilerin kente göçü arazi rantlarını kârlar ve ekonomik rantlar kent içi ve dışında eşitleninceye kadar artırır ve kentin küçük olması dolayısıyla kent dışı kâr ve ekonomik rantlar etkilenmez. Ancak kentin büyük olması (bu takdirde kent dışı fiyatlar etkilenecektir) ya da her isteyenin kente gelememesi durumunda, üreticiler ve

tüketiciler de olumlu etkilerden yararlanacağından, kirliliği azaltıcı programların tüm etkisi arsa-konut değerlerine yansımayacaktır. Alanının yarısı çevre kirlenmesine maruz diğer yarısı temiz olan kapalı bir kentte çevre temizlenmesinin arsa-konut değerlerine nasıl yansıyacağı Strotz (1968) tarafından incelenmiştir. Küçük ve girişi serbest olan bir kentte kirliliği azaltmaya yönelik programların arsa-konut değerlerine etkisinin, üretici ve tüketicilerin davranışlarını içeren bir genel denge modeli çerçevesinde tahmin edilebileceği ileri sürülmüş (Freeman, 1971: 52) ve bu amaçla çeşitli genel denge modelleri kurulmuştur (Polinsky ve Shavell, 1973, 1975; Pines ve Weiss, 1974). Gerek bu modeller gerek Koopmans ve Beckmann'ın (1957) tahsis (*assignment*) modeli hesaplama güçlükleri nedeniyle pratikte kullanılmamakta, ancak konunun daha iyi anlaşılması açısından önem taşımaktadırlar.

Lind'in (1973) yalnızca temizleme projesinden doğrudan yarar görecek olan arsa ve konutları hesaba katarak sorunu basitleştirme çabası, her şeyden önce konumsal (*locational*) karşılıklı bağımlılıkları ve dolayısıyla ikincil etkileri analiz dışında bıraktığı için yararlı bir sonuç vermemiştir.

Polinsky ve Rubinfeld (1975) farklı bir yol izleyerek, fayda fonksiyonlarını ve dolayısıyla kişilerin çevrenin iyileştirilmesi için ödemeye razı olacakları miktarları tahmine çalışmışlardır. Bu miktar tüketicinin iyileştirmeden önceki fayda düzeyinde kalması için gelirinde yapılması gerekli azalma ile ölçülmektedir. Fayda fonksiyonlarının Cobb-Douglas türünden olduklarını varsayan Polinsky ve Rubinfeld (1975) bu yöntemle ABD, St. Louis'deki hava kirlenmesinin azaltılması için tüketicilerin ödemeye razı olacakları miktarı tahmin etmişlerdir. Bir yanda fayda fonksiyonları konusundaki varsayımın kısıtlayıcı niteliği, öte yanda genel denge ayarlamalarının göz ardı edilmesi bu yöntemin önemli zayıflıklarını oluşturmaktadır.

Ridker ve Henning (1967), Anderson ve Crocker (1971), Wieand (1973) ve National Academy of Sciences (1974) çalışmalarında ise işin kuramsal yanı bir kenara bırakılmış ve kirliliği azaltma politikalarının yararlarının basit regresyon analizi yoluyla hesaplanmasına gidilmiştir, önemli veri sorunlarına ek olarak bu yöntemin bir diğer zayıf yanı, ancak çevre kalitesinde küçük

değişmeler söz konusu olduğunda yararları doğru biçimde ölçebilmesidir (Freeman, 1974; Pines ve Weiss, 1974; Small, 1975).

(ii) Ücretler

Çevre temizleme projelerinin yararlarını belirlemek amacıyla, kentler arasındaki ücret fark!ılıklarından da yararlanılmaktadır. Burada temel varsayım ücretin çevre kirlenmesinin olumsuz etkileri karşılayacak ölçüde yükseleceğidir. Eğer bir kentte çevre kirlenmesi bir diğerine oranla daha fazla ise birinci kentteki ücretlerin daha yüksek olacağı öngörülür. Hoch (1972), Tolley (1974), National Academy of Sciences (NAS) (1974) bu tür çalışmalara örnek olarak verilebilir. NAS (1974)'de gerçek ücretlerle çeşitli sosyo-ekonomik değişkenler ve bazı kirlilik ölçüleri arasındaki ilişki araştırılmış, genellikle kirlilik değişkenlerinin etkisi anlamlı bulunmamıştır.

Kirlenmenin zararını belirlemede üretim ve tüketim teknik katsayılarının kullanılması yoluna da gidilebilir. Burada kontrollü deneylerden de yararlanılabilir. Bu deneylerde, ilk önce, farklı kirlenme düzeylerinin fiziksel ve biyolojik etkisi (zarar fonksiyonu) saptanır, daha sonra bu fonksiyon parasal olarak ifade edilir ve belirli katsayılar yardımıyla kitleye yaygınlaştırılır. Ne var ki, güvenilir zarar fonksiyonlarını ya da doz-tepki ilişkilerini belirlemenin sorunları, çevre sorunlarına fayda/maliyet analizini uygulamaya ilişkin tartışmaların özünü oluşturmaktadır

4.4.2 KİRLİLİĞİ AZALTMANIN MALİYETİ

Kirliliği azaltıcı politikaların yararlarının ölçülmesinde karşılaşılan güçlükler nedeniyle başta Baumol olmak üzere pek çok iktisatçı şöyle bir öneride bulunmuştur: Çevre ile ilgili standartlar politik süreç içinde belirlensin. Bu standartları en az maliyetle gerçekleştirmek için Pigovian vergiler kullanılsın (Bkz. s. 19 v.d.).

Ancak böyle bir yaklaşım da sorunsuz değildir. Her şeyden önce, üreticilerin vergilere nasıl tepki göstereceğinin bilinmesi gerekir.

Çünkü üreticiler, hammadde seçiminden atıkların arıtılmasına dek uzanan bir dizi alternatifle karşı karşıyadır,

Russell (1971, 1973) bir petrol rafinerisinin maliyeti minimize edici kirliliği azaltma kararlarını konu alan bir doğrusal programlama modeli geliştirmiş, bu model bir demir-çelik tesisine de uygulanmıştır (Russell ve Vaughan, 1974). Kohn da (1971a, 1971b, 1975) St.

Louis'deki havanın kalitesini iyileştirme programının maliyetini minimize etmekte kullandığı bir doğrusal programlama programı geliştirmiştir. Aynı konuda daha gelişkin bir yayılma (*diffusion*) modeli kullanan Atkinson ve Lewis (1974), Kohn'a oranla daha düşük maliyet rakamları elde etmişlerdir. Calloway, Schwartz ve Thompson (1974) ve Singleton, Calloway ve Thompson'ın (1975) çeşitli kimyasal üretim süreçlerini konu alan çalışmaları, doğrusal programlama modellerinin genellikle firmaların pek kolay vermek istemedikleri bilgileri gerektirdiğini göstermiştir. Ekonometrik modeller bu tür bilgileri gerektirmemektedir. Griffin (1974a, 1974b) ve Chapman (1974) elektrik üreticilerinin kullanılan fosil yakıtlardaki kükürt miktarına bağlı vergiye nasıl tepki gösterdiklerini regresyon analizi yardımıyla incelemişlerdir. Bu tür çalışmalar doğrusal programlama yaklaşımına göre daha az ayrıntılı olmakla birlikte, bir sanayiin tepkisinin gelecekte alacağı biçimi kestirmede de kullanılabilmektedir. Evans (1973) böyle bir ekonometrik modeli bir sanayiler arası girdi-çıktı modeli ile birleştirerek çevre kirlenmesini azaltacak programların ABD ekonomisindeki makro değişkenleri nasıl etkileyeceğini benzeşim yoluyla hesaplamıştır.

4.5 ANALİZ YÖNTEMLERİ

4.5.1. FAYDA/MALİYET (F/M) ANALİZİ

Çevre kirlenmesi problemlerine uygulanacak bir F/M analizi, aşağıdaki aşamalardan oluşur:

(i) Amaçların belirlenmesi

(ii) Alternatiflerin incelenmesi: Teknik, yönetsel ve siyasal açıdan yapılabilir alternatiflerin belirlenmesi ve hiç önlem almama (eylemde bulunmama) durumuyla karşılaştırılması gerekir.

(iii) Her alternatifin etkilerinin saptanması: Burada çevresel etki değerlendirme yönteminden yararlanılır. Bu yöntemde yalnızca çevresel etkiler değil, bu etkilerin dinamiği ve etkilere ilişkin belirsizlik durumları da saptanır. Ayrıca, çevresel kalite göstergeleri üzerindeki etkilerin kişilere nasıl yansıyacağı da belirlenmelidir» Bu ilişkinin her iki aşamasında da önemli veri sorunları ile karşılaşılır.

(iv) Alternatiflerin etkilerinin değerlendirilmesi: Çevresel hizmetlerin değerlendirilmesinde kişilere soru sorarak ödemeye razı olacakları miktarın bulunması söz konusu olduğunda, gelir dağılımı göz önünde

bulundurulmaz ve sonuçlar uygun bir biçimde ağırlıklandırılmazsa, yanlışlara neden olacaktır.

(v) Maliyetlerin ve faydaların karşılaştırılması: Bu aşamada, gelecekte sağlanacak yararlar ile katlanılacak maliyetlerin bugünkü değerlerinin nasıl bulunacağı sorusu karşımıza çıkar. Bu ise en uygun iskonto oranının seçimi ile ilgilidir. Faydaların hesaplanamadığı durumlarda F/M analizini "maliyet etkenlik analizi"ne dönüştürmek gerekir.

(vi) Daha az yararlı alternatiflerin ayıklanması: Analizin ayrıntı düzeyi artırılarak ve daha arıtılmış yöntemler kullanarak incelenen alternatiflerin sayısı azaltılabilir.

(vii) Karar aşaması: F/M analizi karar vericiye yardımcı bir yöntemdir. Sonunda, karar vericinin öznel yargı ve değerlendirmeleri kararın verilmesinde etken olacaktır.

Çevrenin kontrolü için gerekli 4 tür bilgi aşağıdaki gibi kümelendirilebilir:

1. Belli kirlenme kontrol düzeylerine ulaşmayı sağlayacak kontrol donanımının kurulması ve işletilmesine ilişkin dolaysız ve dolaylı giderler,

2. Farklı kirlenme kontrol düzeyleri için kontrolün sağlayacağı, parasal olarak ölçülmüş ve aralık tahmini olarak verilmiş yararlar (fayda fonksiyonu),

3. Niceliklendirilemeyen kontrol yararları,

4. Farklı kontrol düzeyleri için alınacak önlemlerin gelir dağılımı ve mali yük etkilerinin tanımlanması, betimlenmesi.

Bu verilerin hepsi, her kirletici ve her bölge için ayrı ayrı verilmelidir. Daha sonra kontrolün marjinal maliyetinin temizlemenin marjinal yararına eşit olduğu kontrol aralığının belirlenmesi gerekir.

Çevre kirlenmesinin ya da temizlenmesinin maliyetlerinin hesaplanması, bunların sonuçlarının doğru olarak belirlenmesini gerektirir. Etkileri saptamada *çevresel etki değerlendirme* yönteminden yararlanılır„ Bu yöntemin kullanımındaki ayrıntı ve kapsam düzeyi F/M analizinin başarısını belirler, örneğin, suyun kalitesinin bozulduğu biliniyor ama bunun derecesi bilinmiyorsa, bozulmanın maliyetlerini bulmak da mümkün olmayacaktır.

Çevresel etkilerin belirlenmesini, bunların fayda ve maliyetlerinin saptanması izler. Belli başlı maliyet kaynakları olarak şunlar sayılabilir:

a. Beşeri zenginlik (kaynaklar) üzerindeki etki: Bunlardan en önemlisi insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerdir. Ama çoğu zaman insanların farkına bile varmadıkları bu tür etkilerin maliyetini belirlemede önemli sorunlarla karşılaşılır.

b. Malzemeler (*materials*) üzerindeki etki: Çevrenin kirlenmesi paslanmaya, metallerin bozulmasına, daha yüksek bakım giderlerine yol açabilir.

c. Doğal kaynakların nitelik ve niceliği üzerindeki etkiler: örneğin, su kirlenmesi balıkların varlığını ve niteliğini etkileyecektir.

Ancak, çevrenin niteliği ile bu etkiler arasındaki ilişkiler konusundaki bilgilerin yetersiz olması, buralardan kaynaklanan maliyetlerin ölçülmesini de büyük ölçüde güçleştirmektedir.

Toplumsal Fayda ve Maliyetin Ölçülmesi

Toplumsal fayda ve maliyetlerin ölçümü sorununa 4.4.1'de değindiğimiz için burada aynı sorunun F/M analizine ilişkin yönlerini kısaca hatırlatacağız.

Ölçmede mal ve hizmetlerin piyasa fiyatlarından yararlanılabilir. Ancak, çevre sorunları söz konusu olduğunda, çevresel hizmetlerin piyasada işlem görmemesi, geleceğe ilişkin belirsizlik ve fayda ve maliyetlerin zaman içinde yayılmış olmaları gibi nedenlerle durum karmaşıklaşır. Piyasada işlem görmeyen mal ve hizmetler için kişilerin onlara verdiği değer ancak belirli alt ve üst sınırlar saptayarak ortaya konabilir. Bugün alınan kararların geleceği etkilemesi konusunda ise tek yapılacak şey, bugünkü kuşakların zaman tercihi konusundaki verilerden yararlanmaktır. Böyle durumlarda genellikle gelecekteki fayda ve maliyetlerin iskontosu suretiyle bugünkü değerlerinin bulunması yoluna gidilir. Burada da hangi iskonto oranının kullanılacağı sorunu ortaya çıkar (Eğer her alternatifin fayda ve maliyetinin zaman içindeki dağılımı aynı olsaydı bu sorun olmayacaktı.) Bir yöntem, kamu yatırımları için kullanılan fonların fırsat maliyetini, örneğin piyasa faiz oranını kullanmaktır. Bir diğer yöntem, iskonto oranının kişi başına gelirde beklenen artış hızını yansıtmasıdır.

Belirsizlik ve risk söz konusu olduğunda ve risk çok sayıda kişiye dağıtıldığında toplumun riske karşı davranışının nötr olduğu varsayılabilir. Ne var ki, genellikle kirliliğin doğurduğu riski etkilenmeyenlere de yayma olanağı bulunmadığına göre, riske karşı bireysel davranışların göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Fayda/maliyet analizi çevre kontrollerinin gerekli ve maliyet- etkin (*cost-effective*) olduğunu ortaya koyduğunda, geriye uygulama sorunları kalır:

(i) Çevresel kalite standartları belirlenmeli mi ve eğer belirlenecekse hangi düzeylerde olmalı?

(ii) Standartlar atık düzeyleri ile mi yoksa atık nitelikleri ile mi ilgili olmalı?

(iii) Standartlara izin verilen düzeyleri belirleyen yasalar yoluyla mı yoksa izinler ya da vergiler sistemi ile mi ulaşılmalı?

(iv) Tek bir vergi mi belirlenmeli yoksa vergiler atık düzeylerinin ya da marjinal temizleme maliyetlerinin bir fonksiyonu mu olmalı?

(v) Kirlenme için ödemeyi kirleten mi, etkilenen mi yoksa kamu harcamaları yoluyla tüm toplum mu yapmalı?

F/M analizinin problemleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

(i) Yetersiz veri

(ii) Değerleme sorunları:

Bazı çevresel maliyet ve yararları belirlemek olanaksız olabilir:

- Örneğin, *yaşamın* değeri, sağlığa verilebilecek zarar gibi şeyleri, özellikle zarar ortaya çıkmadan önce belirlemek olanaksız olacaktır. "Açıklanmış tercihler" ancak pazarda yansıma buldukları ölçüde yararlı olabilirler.

- En önemlisi pek çok çevresel etki uzun dönemde ortaya çıkar ve zaman içine yayılır. Bu etkileri ve kişilerin gelecekte ödemeye razı olacakları miktarları belirlemek çok güçtür.

- Kişilerin ödemeye razı oldukları miktar gelirlerine bağlıdır ve toplumsal tercihleri belirlemede belli bir ağırlıklar sisteminin kullanılmasını gerektirir.

- Kişilerin değerlendirmeleri, eksik veriye sahip olmaları nedeni ile

doğru olmayabilir.

(iii) Risk ve belirsizlik:

Bu durumda beklenen net bugünkü değer kullanılabilir. F/M yazınında, kamu yatırımlarında riskin göz ardı edilmesi genel kabul görmektedir.

Farklı sonuçlara ilişkin olasılıkların belirlenememesi durumunda "*minimax risk*" ilkesinin benimsenmesi (her alternatife ilişkin maksimum riski belirleyip, en düşük maksimum riske sahip alternatifin seçilmesi) doğru olacaktır.

(iv) İskonto oranının seçimi:

Problem, çoğunlukla gelecekteki çevresel yararlara gereğinden az değer verilmesinden kaynaklanmaktadır.

4.5.2 GENEL DENGE MODELLERİ

Yukarda değindiğimiz kısmi denge esasına dayanan analiz araçları, kirlenme olayının çeşitli düzeylerde anlaşılmasına yardım etmekle birlikte, yine de bunların genel denge teknikleri ile desteklenmelerine gerek duyulmaktadır. Son zamanlarda, bu konuda birçok katkı yapılmıştır. Bu katkılarda iki yaklaşım biçimi ayırdedilmektedir. Birincisi, çevre dışsallıklarını ve düzeltici vergi sistemini genel denge modellerine sokan çalışmalar, İkincisi ise daha az teknik sayılabilecek türden, çevre ile ekonomi arasındaki akımları girdi-çıktı kalıpları içinde dikkate alan, mevcut girdi-çıktı analizlerini bu alanda genişleten çalışmalardır.

Birinci yaklaşım, başlıca şu üç soru üzerinde durmaktadır:

(1) Ademi merkezileşmiş bir piyasa ekonomisinde, üretim ve tüketim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan kirlilik olgusunu önlemek için uygulanacak uygun bir vergi-transfer sistemi, kaynakların denge dağılımının gerçekleşmesi ile sonuçlanabilir mi? (2) (Eğer mevcutsa) denge sosyal açıdan etkin (*efficient*) midir? (3) Her etkinlik durumu bir denge olarak gösterilebil ir mi? Bu yaklaşımı izleyenler, üretim, fayda ve transfer fonksiyonları üzerine bazı kısıtlar getirerek, her üç soruya da olumlu cevap vermektedirler.

Genel dengeye ikinci tür yaklaşım, yani girdi-çıktı analizinin bu alana da uygulanması, bu yöntemin görgül uygulamalara yatkın oluşu nedeniyle genel denge modellerinden ayrılmaktadır. Girdi-çıktı

analizi içinde çevresel akımları dikkate alan ilk çalışma Cumberland'in (1966) gelişme amaçlarını analiz etmek için kurduğu bölgesel sektörler arası (*interindustry*) modelin tartışmalarında bulunabilir. Cumberland bu çalışmasında bölgesel girdi-çıktı tablosuna

(i) çevre tahribinin her sektöre yüklediği maliyetleri gösteren bir satır,

(ii) bu tahribin etkilerini giderme maliyetlerini gösteren bir sütun eklenmesini önermektedir.

Cumberland'in önerisine daha sonra operasyonel bir nitelik de kazandırılmış, fiziksel dengeler hesaba katılmış, gayrisafi artık oluşumu her sektör için fizik girdiler yoluyla hesaba katılmıştır (Cumberland ve Korbach, 1973).

Benzer bir yaklaşımı izleyen Leontief'de (1970) kirlenme çıktıları (*outputs of pollution*) teknik katsayılar yardımı ile üretim faaliyetlerine bağlanmış, kirlilik giderici faaliyetler de çeşitli sektör girdileri ile üretim yapan bir sektör olarak göz önünde bulundurulmuştur. Genel fiziksel dengeleri bütün karmaşıklığı ile ele alan kapsamlı modeller de tasarlanmıştır. Victor'da (1972) tanıtılan biçimi ile bu modeller (i) fiziksel üretimden çevreye madde akımlarını (kirlenme), (ii) çevreden fiziksel üretime madde akımlarını (ham maddeler), (iii) fiziksel üretim dalları arasındaki madde akımlarını (geleneksel girdi-çıktı akımları), (iv) çevre içinde kalan ve tümüyle ekolojik nitelikte olan madde akımlarını şemalaştırmaktadırlar. Ancak henüz bu tür modellere operasyonel nitelik kazandırılamamıştır.

4.5.3 ATIK BİRİKİMİNİN DİNAMİK MODELLERİ

Bir diğer analiz yöntemi, maddenin doğadan çıkarımı ve yeniden doğaya dönüşünü dinamik bir model çerçevesinde ele almayı ve atık idaresi için etkinlik koşullarını saptamayı amaçlayan optimal kontrol modelleridir. Bu modellerin şematik bir anlatımı Fisher ve Peterson'da (1976) verilmektedir: Problem, değişkenleri tüketim düzeyleri ve kirlenme olan bir fayda fonksiyonunun bugüne indirgenmiş değer akımlarını en çoğa çıkarma problemidir. Problemin ise iki kısıtı vardır:

(i) Kaynaklar, ya tüketim amacı ile kullanılan ve çevreyi kirleten mal

ve hizmetlerin üretimine, ya da kirlenmeyi giderici faaliyetlere tahsis edilecektir,

(ii) Doğada atık birikimi, mal ve hizmet üretim faaliyetleri ile kirlenmeyi giderici faaliyetlerin ve atık stokundaki biyolojik ayrışma haddinin bir fonksiyonudur.

Kirlenme ve kirlenmenin gölge fiyatı için kararlı bir dengenin varlık koşullarını araştıran bu yaklaşımın üstünlüğü, kirlenme ve çevrenin kendini yenilemesinin dinamik süreçler olduğunu hesaba katışında, en büyük zayıflığı ise görgül içeriğinin çok az oluşundadır.

4.5.4 ATIK İDARESİ (*RESIDUALS MANAGEMENT*) MODELLERİ

Çevre kirliliği ve temizlenmesi sorununa bütünleşik bir sistem analizi çerçevesinde de yaklaşılabilir. Doğal çevrenin kalitesi ve insanlara hizmet edebilme kapasitesi atıkların miktar ve türüne bağlıdır. Bu atıklar ise üretim ve tüketim süreçlerinden kaynaklanır. Bu tür ilişkiler karşılıklı bağımlılıkları içeren bütünleşik bir sistem içinde ele alınabilir. Böyle bir yaklaşımın temel özellikleri şöyle sıralanabil ir:

a. Çevre kalitesi çok boyutlu bir kavramdır (hava, su, vb.) ve bu nedenle birden fazla değişkenle tanımlanmalıdır.

b. Atıklarla çevre kalitesi arasında basit bir ilişki yoktur.

c. Çeşitli atıklar arasında karşılıklı ilişkiler vardır, öyle ki bir tür atığı azaltmak için onu başka bir tür atığa dönüştürmek gerekir, örneğin, atıklar kurutulup yakılarak su kirliliği azaltılabilir ama bu hava kirliliğini artıracaktır.

d. Çevrenin üretim ve tüketim süreçlerine sağladığı farklı hizmetler vardır. Bunların bir kısmı birbiri ile ikame edilebilir, bir kısmı ise birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Çevre kalitesindeki değişmeler bu hizmetlerin maliyetlerini ve bunlara olan talebi etkileyecektir.

Bu tür bir çalışma Aşağı Delaware yöresi için yapılmıştır (Russell ve Spofford, 1977). Bu çalışmanın ana amaçları

a. Tek bir yöresel optimizasyon modeli çerçevesinde, hava ve su kalitesi, katı artıkların atılması ve var olan üretim ve "*treatment*" teknolojilerine bağlı olarak hava ve su kalitesi arasındaki "*trade-off*"ları ele almak;

b. Yöresel çevre yönetim modeline, karmaşık, doğrusal olmayan

bir su ekosistemi (*aquatic ecosystem*) modelini entegre etmek (böyle bir model, çözünmüş (*dissolved*) oksijen yanında, bir diğer su kalitesi göstergesini (*nutrient loadings*) içermekte, alg yoğunlaşmalarını kestirmekte, balıkçılığa ilişkin göstergeler sağlayabilmektedir.) olarak tanımlanmıştır. "Yöresel çevre kalitesi (bütünleşik artık) yönetim modeli" diye adlandırılan model üç dışsal kısıt setini aynı anda ve en az maliyetle gerçekleştirmenin yolunu göstermektedir. Bu kısıtlar şunlardır:

1. Yöredeki üretim birimleri en az üretim miktarlarını gerçekleştirmek, ısınma alt modeli belli bir miktar ısı üretmek, yerel yönetimler belirli miktarda atık su ve katı artıklarla uğraşmak zorundadır.

2. Nehrin halicinde, çözünmüş oksijen ve balık biyokütlesinin en az ve alglerin en çok yoğunlaşmalarına bağlı olarak tanımlanmış su kalitesi düzeyleri; yöredeki belli sayıda noktada ölçülen SO_2 ve asılı partiküller (*suspended particulates*) yoğunlaşma düzeylerine bağlı olarak tanımlanan hava kalitesi düzeyleri; yörede izin verilen araziye atma (*landfill*) operasyon tiplerine ilişkin kısıtlamalar;

3. İlk iki tür kısıtın doğuracağı maliyetlerin coğrafi olarak dağılımı.

Modelde ayrıca, elektrik ya da ısınma maliyetindeki artışlar ile yerel yönetimlerin atık su işleme (*treatment*) ve katı madde atma (*disposal*) faaliyetlerinden doğacak harcama artışlarının sınırlanmasına da olanak tanınmıştır.

Model, 3 alt-modelden oluşmaktadır (Bkz. Şekil 1.4):

a. Doğrusal programlama modeli atık yaratma ve atma süreçlerini kapsamaktadır. En az üretim düzeylerine ilişkin kısıtlar burada yer almakta, bu alt-model atılan maddeyi, suya mı yoksa havaya mı atıldığını ve atılma yerini içeren bir atık atma (*disposal*) vektörünü çıktı olarak vermektedir,

b. Çevresel alt-modeller:

- Çevresel atmosferik yayılma modeli
- Delaware halicinin su ekosistem modeli

Bu modeller doğrusal programlama modelinin çıktı vektörünü girdi olarak kullanmakta ve yöredeki belli yerlerde çevre kalitesini, çeşitli

göstergeler düzeyinde, gösteren bir vektör üretmektedir,

c. Çevre değerlendirme alt-modeli:

Bu alt-model, çevre kirletici yoğunlaşmaları vektörünü girdi olarak kullanmakta, onu çevre kalitesine ilişkin kısıtlarla karşılaştırmaktadır.

Bir kısıtın ihlali halinde, hızla yükselen ve doğrusal olmayan 'ceza fonksiyonları' uygulanacak cezaları belirlemektedir. Bu ceza fonksiyonları, kısıtlar setinin doğrusal olmamasını amaç fonksiyonuna aktaran matematiksel araçlardan başka bir şey değildir. Bu model yalnızca toplam değil marjinal cezaları da göstermektedir. Burada çevresel alt-modellerden türetilen ve atıklardaki küçük artışların kirletici yoğunlaşmaları üzerindeki etkisini gösteren tepki katsayıları (*response coefficients*) kullanılmıştır.

Değerlendirme modelinin verdiği marjinal cezalar üretim-atık alt-modeline belli atıklara uygulanacak '*effluent charges*' olarak aktarılmakta, ilk alt-model başta verilen kısıtlar çerçevesinde ve atıklara ilişkin yeni birim maliyetler (marjinal cezalar-*effluent charges*) kullanılarak bir kez daha çözülmekte ve böylece iteratif süreç sürdürülmektedir.

Modelin farklı varsayımlar altında çözümü, belirli politikaların değerlendirilmesine yardımcı olmuştur, örneğin, çalışma, belirli bir su kalitesini sağlamanın yöresel maliyetini en aza indirme açısından yöresel atık işleme birimlerinin kurulmasının ve suyun havalandırılmasının (*instream aeration*) önemli tasarruflar sağlayacağını göstermiştir.

Bu çalışma, farklı çevresel ortamlar ve bunların kirlenmesi arasındaki ilişkilerin göz önünde bulundurulmasının önemli yararları olduğunu ve maliyetinin de oldukça düşük olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, özellikle büyük yörelerde doğrusal olmayan ekosistem modellerinin kullanımının maliyetinin çok yüksek olduğunu, bu tür durumlarda doğrusal çözünmüş oksijen ya da doğrusal fito-plankton modellerinin kullanılmasının daha anlamlı olacağını göstermiştir. Ancak daha küçük ve daha az karmaşık yörelerde ve eğer alg yoğunlaşmaları en önemli sorun ise ekosistem modellerinin kullanılmasında yarar olacağı sonucuna varılmıştır. Maliyetlerin ve çevresel kalitenin dağılımına ilişkin faktörlerin önemi vurgulanan

çalışmada bunların doğrusal programlama modelleri çerçevesinde ele alınabileceğine de işaret edilmektedir.

Buradaki doğrusal programlama modeli yaklaşık 8.000 değişkeni ve 3.000'i aşkın kısıtlamayı içermekte, yöredeki 300 dolayında faaliyeti ve 57 yerel yönetimi kapsamaktadır. Bu büyük ölçeğin getirdiği sorunlara bir de doğrusal olmayan Delaware Halici'nin ekosistem modelinin ortaya çıkardığı hesaplama güçlükleri eklenmiştir. Dolayısıyla, modelin oluşturulması çok fazla miktarda bilgiyi gerektirdiği gibi, çözüm için de doğrusal olmayan programlama algoritmalarının geliştirilmesi gerekmiştir.

4.6 ÖRNEK OLAYLAR

4.6.1. DELAWARE HALİCİ'NİN (ESTUARY) TEMİZLENMESİ[1]

Delaware nehri halicinin temizlenmesine ilişkin çalışmada su kalitesine ilişkin 5 farklı amaç seti belirlenmiştir. Kirliliği azaltma konusunda ise 4 ayrı yol üzerinde durulmuştur. Bunlar,

a. Tüm kirletici birimlerin atıklarının aynı ölçüde azaltılması;

b. Farklı bölgeler için farklı atık azaltma standartlarının saptanması;

c. Yöredeki yerleşme birimleri ile sanayi kuruluşlarının farklı işlem görmesi;

d. Tüm kirletici birimlerin konum, maliyet ve kirletme miktarına göre atıklarını, maliyetleri en aza indirici biçimde temizlemeleri.

Bunlara ek olarak, atıkların borularla halicin dışına akıtılması, akışın düzenlenmesi ve nehrin havalandırılması gibi yöntemler de değerlendirilmiştir.

Suyun kalitesinin iyileştirilmesinin sağlayacağı yararlar arasında balıkların ve yabanıl doğanın (*wildlife*) korunması, dinlence imkânlarının artması, çevrede yaşayanların sağlığının ve refahının korunması gibi faktörler incelenmiştir. Bu yararların parasal olarak ifadesi için ise esas olarak dinlence imkânları üzerinde yoğunlaşılmıştır. Burada üzerinde durulan faaliyetler yüzme, balıkçılık ve diğer su sporları olmuştur. Bölgede bu tür faaliyetler için önemli bir potansiyel talep olduğu saptandıktan sonra nehrin bu

---

[1] Kaynak olarak U.S. EPA (1966) kullanılmıştır.

talebi büyük ölçüde karşılayabileceği görülmüştür. Parasal ölçüm için

Şekil 1.4

AMAÇ FONKSİYONU				
ÜRETİM VE DEĞİŞTİRME (MODİFİKASYON) MALİYETLERİ		Atıkları Kullanılabilir Hale Dönüştürmenin Maliyeti	Kirletici Miktarlarını Doğrudan Değiştirmenin Maliyeti	Deneme "Kirletici Harçları"
Üretim süreçlerinin artık yaratma ve değiştirmesi	Tüketim artıklarının Yaratılması ve Değiştirilmesi (Örn.çöp boşaltma, yakma)	Yeniden kullanılabilir hale dönüştürme seçenekleri (ticari,sınai ve evsel atık kağıtlar)	Nehrin havalandırması ("oksijen" verilmesi)	Türüne ve atılma yerine göre farklılaştırılmış atıklar
Tüketici maliyetlerinin dağıtımına ilişkin kısıtlamalar; örneğin, yerel kanalizasyon giderlerindeki artış, elektrik, konut ısıtma ve katı atıkları ortadan kaldırma maliyetlerindeki yüzde artış				
Üretim ve değiştirme düzeyleri	Değiştirme derecesi;yerel ve bölgesel seçenekler	Yeniden kullanılabilirlik derecesi	Havalandırmada kullanılan güç (verilen oksijen)	Atık Miktarları
FAALİYET DÜZEYLERİ				

KISITLAMA TÜRLERİ

- Enaz Üretim düzeyleri
- Süreklilik koşulları
- Enaz artık değiştirme gerekleri
- Maliyet türüne ve yerel birimlere göre farklılaştırılmış olarak tüketici maliyetlerinin üst sınırları

ÇEVRE MODELLERİ

- Bölgesel atmosferik yayılma modeli — Asılı maddelerin ve kükürt dioksidin yoğunlaşma düzeyleri
- Delaware Halici'nin su ekosistem modeli — Atıkların erimiş oksijen, alg,zooplankten ve balık biyokütlesinin yoğunlaşma düzeyleri

ÇEVRESEL DEĞERLENDİRME BÖLÜMÜ

Kirletici yoğunlaşmalarına ve biyokütleye ilişkin sınırlamalar (ceza fonksiyonlarına bağlanmış kirletici standartları)

Delaware Halici Çevresel Kalite Yönetim Modeli Şeması

KAYNAK: Spofford, Russell ve Kelly(1976: Şekil 4) ve Russell ve Spofford(1977:92)

halicin kapasitesi, karşılayabileceği talep gibi çeşitli faktörler hesaba katılmıştır. Ayrıca, suyun kalitesi düzeldikçe ticari balıkçılık yapma olanağının da artacağı tahmin edilmiştir. Bunlara ek olarak kaliteyi iyileştirmenin yöredeki yerleşme birimlerinin su kullanımı açısından sağlayacağı yararlar üzerinde durulmuştur. Sınai kullanım açısından ise klor kontrolünün olumlu, sudaki çözünmüş oksijeni artırmanın ise olumsuz (paslanmayı artırması nedeniyle) etki yapacağı görülmüştür.

Su kalitesine ilişkin amaç şeflerinin her biri için fayda ve maliyetler ayrı ayrı belirlendikten sonra Su Kullanım Danışma Komitesi amaçlar arasındaki seçimi gerçekleştirmiştir.

4.6.2 İSVEÇ KAĞIT SANAYİİNDE KİRLİLİK GİDERİCİ ÇALIŞMALAR[1]

İsveç'te yapılmış olan kağıt sanayii ile ilgili bir çalışmada çevresel (sosyal) yarar, saptanmış olan atık (*emission*) standartları olarak alınmış ve bunları gerçekleştirmenin maliyeti araştırılmıştır.

Bu ülkede, çevre koruma önlemlerinin maliyetini belirlemek, etkilerini ölçecek yöntemleri bulmak, maliyetlerin sektörler arasındaki dağılımını incelemek ve bu maliyetlerin nasıl dağıtılacağını ve çeşitli kontrol önlemlerinin etkinliğini araştırmak amacıyla bir komite kurulmuştur. Aynı zamanda, 1969-1975 arasında hükümet, kirliliği kontrol önlemlerinin sanayi üzerindeki etkilerini yumuşatmak amacıyla bir sübvansiyon programı başlatmıştır.

Sübvansiyon programının uygulanması sırasında elde edilen veriler, atık (*emission*) kontrol maliyetlerini tahminde kullanılmıştır. Kâğıt sanayii araştırmasında amaç, üretim sürecini oluşturan ana işletme birimlerinin ortaya çıkardığı artık miktarlarını belirlemek ve bu artıkların atılmasına ilişkin kontrol önlemlerinin maliyetinin ilk etkilerini saptamaktır. Veriler sübvansiyon programını yürüten kuruluştan alınmış olduğundan yalnızca var olan üretim sürecini değiştirmenin maliyetini kapsamıştır. Çünkü program yeni kurulacakları değil, mevcut tesisleri kapsamaktaydı. Sübvansiyon programının temel varsayımı, çevre korumaya ilişkin yasal gerekleri karşılayacak atık (*emission*) kontrol sistemlerini kurmanın maliyetinin yeni kurulacak üretim tesislerinde, var olan tesisi değiştirmenin maliyetinden daha düşük olacağıdır. Atık kontrol

---

[1] 4.6.2 ve 4.6.3 UNEP'den (1981) yararlanılarak hazırlanmıştır.

önlemlerinin yıllık maliyetinin belirlenmesini güçleştiren bir diğer etken kirliliği azaltıcı donanımın işletme giderlerine ilişkin verilerin eksikliği olmuş, bu giderler genellikle standart mühendislik verilerinden hesaplanmıştır.

Çalışmada, atık miktarları ile çevredeki atık yoğunlaşması arasındaki ilişki konusunda veri bulunmaması ve atıkların atılmasını azaltmanın toplumsal maliyetini hesaplamanın güç olması nedeniyle, yalnızca atıkları azaltmanın dolaysız özel maliyetleri araştırılmıştır. Bir diğer görgül sorun her üretim sürecinin birden çok atığı olması nedeniyle her artık için bir ağırlık saptanması gereğinden kaynaklanmıştır. Bir sanayi içindeki üretim birimlerinin farklı nitelikleri atık kontrol maliyetlerinin üretim birimi düzeyinde incelenmesini gerekli kılmıştır. Bir kez maliyet verileri elde edilince, ek atık kontrol önlemlerinin o birimde üretilen ürünlerin maliyeti üzerindeki etkilerini tahmin etme olanağı doğmuştur. Çevresel koruma önlemlerinin bir firmaya maliyeti, kontrol sonrasındaki ve öncesindeki maliyet akımlarının bugünkü değerleri arasındaki fark olarak ölçülmelidir. (İngiltere'de yapılan Tees Nehri çalışmasında bu maliyet, kontrol öncesi ve sonrasındaki kârların bugünkü değerleri arasındaki fark olarak alınmıştır.) Ancak, bu tür bir hesaplama için gerekli verilerin olmaması başka yöntemler kullanımını zorunlu kılmıştır. Bu çalışmada, maliyetler şu kalemlerden oluşmuştur: tasarım, arazi, donanım, araç, gereç alımları, inşaat giderleri, işletmeye alma, tadilat giderleri, vb. Eğer kirliliği azaltma önlemleri üretim sürecinin değişmesini gerektiriyorsa yalnızca atık kontrolünden kaynaklanan yatırım gereklerinin belirlenmesi sorun çıkarmaktadır. Yatırım maliyetleri sermayenin fırsat maliyeti çarpı yatırım miktarı artı yatırımın ekonomik ömrü hesaba katılarak bulunan amortisman giderleri olarak hesaplanmıştır. Fırsat maliyetinin bulunması da sorun yaratmıştır. Burada, sanayideki firmaların faiz maliyeti, gelir vergisi ve kârlarının ağırlıklı ortalamasının kullanılabileceği ileri sürülmüştür. Atıkları azaltmanın maliyetlerini tahmin yöntemi şunları içermiştir:

- geçmişteki gerçek maliyetlerin incelenmesi;
- belli atıkların azaltılmasına ilişkin standart maliyet fonksiyonlarının bulunması;

- gelecekteki üretim hacmi ve ortaya çıkacak artıklara ilişkin varsayımlar;
- tahmin edilen artık miktarlarını maliyet fonksiyonlarında kullanarak belirli bir düzeydeki temizlemenin maliyetinin saptanması.

Bütün bu hesaplamalarda artık miktarlarını ve temizleme maliyetlerini etkileyebilecek teknolojik değişmelerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Standart temizleme maliyet fonksiyonlarının (*treatment cost functions*) tahmininde şu yol izlenebilir:

- her mal türüne ilişkin işlem biriminin belirlenmesi;
- bu birimlerdeki artık miktarlarının saptanması;
- farklı kontrol ve temizleme teknolojilerinin tanımlanması;
- her bir teknolojinin uygulanması sonucu elde edilecek atık düzeylerinin belirlenmesi;
- atıkları belirlenen düzeylere indirmenin en az maliyetinin saptanması,

İsveç çalışmasında ilk adım olarak, atık kontrol önlemlerinin istenen ayrıntı düzeyinde sistematik bir biçimde analizine olanak sağlamak için üretim sürecinin sınıflanmasına gidilmiştir» Bu sınıflama temelde 4 basamaklı ISIC sınıflamasına dayandırılmış, ayrıca temel aktiviteler içindeki imalat süreçlerinin sınıflanmasına olanak sağlayan iki basamaklı ulusal sınıflama kullanılmıştır, üretim sürecinin ayrıntılandırılması operasyonel bir biçimde gerçekleştirilmiş ve her işlem birimi ham maddede ya da ara malında yaptıkları değişikliğe göre tanımlanmıştır. Her işlem için genellikle farklı alternatif teknolojiler mevcuttur. Bazı durumlarda sürecin teknolojisinin değiştirilmesi en iyi atık kontrol yöntemini oluşturabilir. Bu nedenle sınıflama farklı teknolojilerin ayırdedilmesine olanak sağlayacak biçimde değiştirilmiştir.

Bu sınıflamaları kullanarak kod numaralarından oluşan vektörler yardımıyla verileri sıralamak ve üretim ve temizleme süreçlerini doğru bir biçimde betimlemek mümkün olmuştur. Bu vektörler artık matrislerinin de başlangıç noktasını oluşturmuştur. Bu matrislerde her işlem biriminde ortaya çıkan artıklar ilgili artık sütununda artı işaretli kalemler olarak gösterilmekte, herhangi bir süreçte

temizleme işlemine tabi tutulan artıklar ise bazı sütunlarda artı bazılarında ise eksi işaretli kalemler olarak yer almaktadır (çünkü temizleme artığı ortadan kaldırmamakta yalnızca onu çevreye daha az zarar verici bir biçime sokmaktadır). Her artık türü için yaratılan ve çevreye atılan miktarların karşılaştırılması sonunda, farklı kontrol önlemlerinin atık miktarları üzerindeki etkilerini oldukça doğru bir biçimde belirlemek mümkün olmuştur. Sermayenin maliyetini hesaplamada kolaylık sağlamak için amortisman süresi 10 yıl ve faiz oranı % 10 olarak alınmıştır.

İsveç΄teki sübvansiyon sisteminin sınırlı bir süre için uygulanmış olmasının atık kontrol donanımı fiyatlarını yükseltmiş ve sübvansiyon miktarının firmaları maliyetleri konusunda daha az dikkatli olmaya itmiş olabileceği ileri sürülmüştür. Dolayısıyla böyle bir sistem, çevre kirliliği konusundaki belli standartlara ulaşmanın maliyetini en aza indirmeyecektir. Ayrıca, burada söz konusu olan yatırımlar genellikle bölünemez olduğundan kirliliği azaltmanın marjinal maliyeti konusunda da fikir vermeyecektir.

4.6.3 İNGİLTERE'DE TEES NEHRİ'NİN TEMİZLENMESİ PROJESİ

Burada belli bir süre içinde, saptanmış olan su kalitesi standartlarına minimum maliyetle ulaşmak amaçlanmıştır. Çalışmada belirlenen standartlara uyum sağlamada vergilemeden yararlanıp yararlanmayacağı da araştırılmaktadır. Optimal kirletici akışı (*effluent discharge*) değil, farklı kirliliği azaltma düzeyleri alınarak maliyetleri araştırılmıştır. Dört alternatif su kalitesi standardı ele alınmıştır:

1. Minimum ek arıtma ile büyük katı parçaların elimine edilmesi ve var olan kalitenin sürdürülmesi;

2. Suyun kalitesinin, tuzluluğun olmaması halinde, nehrin ağzında belirli tatlısu balıklarının yaşamasına olanak verecek ölçüde düzeltilmesi ve bu kalitenin sürdürülmesi;

3. Suyun kalitesinin, göçmen balıkların nehrin ağzından geçmesine elverişli hale getirilmesi ve bu düzeyin sürdürülmesi;

4. Suyun kalitesinin, tüm atıkların mevcut en iyi tekniklerle arıtılarak iyileştirilmesi ve bu kalitenin sürdürülmesi.

Bunlardan ilk üçünün minimum maliyeti, sonuncunun ise maliyeti hesaplanmıştır.

Çalışma 10 tür atık ve mevcut su kalitesi modelinin içerdiği kirletici türleri ile sınırlandırılmıştır. Bulgulardan birisi, her Uç standarda da ağır!ıklandırılmış harçlar (vergiler) kullanılarak minimum maliyetle ulaşılabileceği olmuştur. Duyarlılık testleri, amaçlanan su kalitesini verilen süre içinde ve tüm kirletici birimlerin özel maliyetlerinin toplamını minimum kılacak biçimde gerçekleştirecek olan kirliliği azaltma kalıbının (*pattern*) amaçlanan su kalitesine, verilen süreye ve izin verilen zehirlilik (*toxicity*) düzeylerine ilişkin kısıtlamaların konma biçimine bağlı olduğunu göstermiştir. Yeterli bilgi olduğunda, vergileme yoluyla minimum maliyet çözümüne yakın bir çözüme ulaşılmaktadır. Ancak, burada, nehrin kapsanan bölümünün uzunluğunun optimal harçları (vergileri) etkilemesi, durumu karmaşıklaştırmaktadır.

Çalışmanın bir diğer bulgusu, maliyetler hakkında yeterli bilgi olmamasına karşın, vergilemeye alternatif olabilecek kirliliği azaltıcı politikaların yıllık maliyetlerinin daha yüksek çıkmış olmasıdır. Vergilemeye ilişkin kurama göre, sanayi, atıkları belirli bir standardı sağlayacak biçimde işlemenin marjinal maliyeti en azından vergi kadar yüksek olduğu sürece kirletmeyi sürdürecek ve vergiyi ödeyecektir, ödenecek vergi, kirletici birimlerin sayısının ve konumlarının ve atık miktarlarının, sürecin zaman ufkunun, çevrenin özümseme (*assimilation*) kapasitesinin ve atıkları temizlemenin maliyetinin bir fonksiyonu olacaktır.

Böyle bir çalışmada ilk adım, su kalitesine ilişkin standartlara ulaşmanın ölçütlerini doz-tepki (*dose-response*) ilişkileri yardımıyla belirlemektir. Tees Nehri çalışmasında tek boyutlu bir su kalitesi modeli kullanılmıştır. Model tüm kirleticileri (*pollutants*) kapsamamakla birlikte, çalışmada amonyak, bakır ve siyanürün büyük önem taşıdığı, hesaba katılmayan diğer kirleticilerin genellikle önemsiz olduğu görülmüştür.

Çalışmanın bir diğer önemli parçasını "temizlemenin maliyeti" modeli oluşturmuştur. Atıkları temizlemenin toplumsal maliyetini hesaplamanın önemli sorunları olması nedeniyle, araştırmada temizlemenin kirletici birimler tarafından algılanan ve piyasa fiyatları ile hesaplanan özel maliyetleri kullanılmıştır, özel maliyetler, atıkların kısıtlanmaması durumunda elde edilecek karla, kısıtlama sonrasındaki karın farkı olarak alınmış ancak doğrudan hesaplanması

yoluna gidilmiştir.

Kirletici firmalar atıklarını belirlenecek standartlara göre istenen düzeye belirli bir dönem içinde indirmek amacıyla temizleme süreçlerini tedricen uygulamaya koyacaklarından, birden fazla dönemi içeren bir yaklaşım gerekmiştir. Her kirletici birim için temizlemenin maliyetinin bugünkü (iskonto edilmiş) değeri, her temizleme sürecinin yatırını ve işletme giderlerinin bugünkü değerlerinin toplamı olarak bulunmuştur. Su kalitesi modeli ile temizlemenin maliyeti modeli birleştirilerek amaçlanan su kalitesini verilen sürede ve toplam özel maliyeti minimum kılıcı biçimde elde etmek için gerekli temizleme kalıbı ortaya konmuştur. Ayrıca, minimum maliyet çözümünün su kalitesi ölçütlerine duyarlılığı da incelenmiştir.

Daha öncede belirtildiği gibi, çalışmada en az maliyet çözümüne yakın çözümlere vergileme yoluyla ulaşılabileceği gösterilmiştir. Burada üç önemli noktanın göz ardı edilmemesi gerekir:

(i) Merkezi temizlemenin içerdiği ölçek ekonomileri nedeniyle, etkin bir çözüme ulaşmak için, optimal harçlar saptanmadan önce merkezi temizleme konusunda belirli varsayımlar yapılmıştır.

(ii) Bazı su kalitesi düzeylerinde ulaşılan temizlik derecesi vergi değişikliklerine karşı çok duyarlı çıkmıştır.

(iii) Analiz, çözümün kararlılığının kısmen kullanılan parametrelerin sayısına bağlı olduğunu göstermiştir. Çeşitli kirleticiler arasında "*trade-off*" söz konusu olduğunda çözümün kararlılığı artmıştır.

Minimum maliyet çözümleri, alternatif temizleme kalıplarının maliyet farklarını ölçme ve değerlendirmede ölçüt olarak kullanılmıştır.

Bilindiği gibi fayda/maliyet analizinin çevre sorunlarına uygulanmasında, yeterli bilginin olmayışı temel sorunu oluşturmaktadır. Bilgi eksikliği, ölçek ekonomilerinin varlığı, nehrin bazı bölümlerinde büyük ölçekli kirletici birimlerin bulunması, ya da kirletici birimlerin vergiler karşısında maliyeti en aza indirici biçimde davranmamaları çözümün etkinliğini azaltır. Doğru bilgi ve maliyeti en aza indirici biçimde davranan kirletici birimlerin varlığı gerek etkinlik ve gerek etkenlik (*effectiveness*) açısından en az maliyet çözümüne yakın çözümün vergileme yoluyla elde edilmesine imkân

sağlayacaktır.

Vergileme yöntemi kaynak kullanımı açısından, iteratif bir süreçten, tekdüze (*uniform*) ya da ağırlıklı bir "*cut-back*" sisteminden yani atıkları belirlenmiş bir oranda azaltma sisteminden daha düşük maliyetle gerçekleştirilebil ir. Araştırıcılar yeterli bilginin olmaması durumunda bile yeknesak vergilerin maliyetinin "*cut-back*" sistemlerinin her ikisine göre daha düşük olacağını göstermiştir Kirliliği azaltmak için gerekli yatırımın niteliği, birden fazla kirletici maddenin varlığı ve "sinerji" (bütün her zaman parçalarının toplamına eşit olmayabilir) sorunları nedeniyle optimal bir vergileme sisteminin belirlenmesi için iteratif sürecin kullanılmasının kuramda varsayılandan daha uzun sürdüğü ve kaynak israfına yol açtığı görülmüştür. Çalışma veri toplamı için girişilecek yatırımlarının yararlı olduğunu da göstermiştir.

Çalışmada kullanılan veriler, ilgili firmaların temsilcileri ile yapılan görüşmeler sonunda oluşturulan soru kağıtları ile toplanmıştır. Toplanan belli başlı veriler şunlardır:

- Veriler süre için planlanan kirletici madde akışı;
- Temizleme süreçleri ve her süreç için yatırım ve yıllık işletme giderleri, temizleme tesisinin ömrü ve sürecin gerçekleştirilebilirliğine ilişkin diğer faktörler.

Firmalar için temizleme maliyetlerinin tahmininde sistem yaklaşımı izlenmiş ve "dinamik süreç analiz modeli" kullanılmıştır.

Formel modelde amaç fonksiyonu toplam temizleme maliyetinin en aza indirilmesi olarak alınmış, kısıtlar olarak nehrin incelenen bölümündeki atıkların o bölümün özümseme kapasitesini aşmaması kullanılmıştır. Toplanı temizleme giderleri, temizleme sürecinin yatırım ve işletme giderlerinin bugünkü değerlerinden temizleme tesisinin dönem sonundaki kapasitesinin gölge değerinin (iskonto edilmiş) çıkarılmasıyla bulunmuştur.

Görgül model ile formel model arasında iki önemli fark vardır: Eldeki maliyet verileri sürekli, türevi alınabilir bir fonksiyon kullanımına imkân vermediğinden, maliyet fonksiyonu farklı kirletici temizleme süreçlerinin iskonto edilmiş maliyetlerinin toplamı olarak, alınmıştır. Bir de, bir temizleme süreci için gerekli olan tesisin beklenen ömrü boyunca tam kapasitede çalıştırılacağı varsayılmıştır. Bu nedenle

sonuçların yorumlanmasında dikkatli davranılması gerekir.

Tek boyutlu su kalitesi modelinden, birisi koruyucu (*conservative*) maddeler, diğeri biyolojik oksijen ihtiyacı için olmak üzere iki transfer katsayıları matrisi türetilmiştir. Bunlar, önlemler sonrasında firmaların atıklarının, dönem boyunca nehrin belli bir yerindeki belirli bir kirletici yoğunlaşmasının maksimum izin verilebilir düzeyin üstüne çıkmasını engelleyecek düzeylerde kalmasını sağlayacak su kalitesi kısıtlarının türetilmesinde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan "*fractional toxicity*" yaklaşımı bir "eşik yüzdesi"ne (*fraction*) dayanmaktadır. Eşik yüzdesi, sudaki zehirli madde yoğunlaşmasının bu zehirli madde için "*acute toxicity*" testlerinden elde edilen LC-50 değerine oranına eşittir. LC-50 değeri, belirli bir sürede sudaki balıkların % 50'sini öldürecek medyan zehirli madde yoğunlaşmasıdır.

Alternatif bir yöntem, her bir kirletici madde için balıklara ve sudaki organizmalara zararlı olacak miktarları ayrı ayrı gösterecek "miktar (*magnitude*) analiz tablosu" hazırlanması olabilir.

Çalışmada, optimal vergilerin çeşitli su kalitesi standartlarını tam olarak gerçekleştirmeyeceği görülmüştür. En az maliyeti gerçekleştirecek eşanlı denklemler sisteminin çözümü, maliyet fonksiyonu kesin olarak konveks ve kirletici firmalar maliyeti en aza indirici biçimde davrandıklarında doğru sonuç vermektedir. Burada birinci koşul gerçekleşmediği için bir dizi deneme yapılmış ve tam sayılı programlama modelinin doğrusal sürekli çözümünün çoğu kez nihai optimum çözüme yakın olduğu ve bu sürekli çözümün gölge fiyatlarının optimal vergilere ilk yaklaşımı oluşturduğu görülmüştür.

Vergileme yaklaşımının atık kontrolünde etkin bir biçimde kullanılabileceği sonucuna varan çalışmada tam rekabetin varsayılması sonuç üzerinde etkili olmuştur. Bir diğer önemli faktör bilgi toplama yöntemi ile ilgilidir. Eğer bilginin vergileme amacıyla toplandığı firmalara söylenmiş olsaydı, büyük bir olasılıkla sağlıklı veri toplama imkânı olmayacaktı.

Tees Nehri olayı etkin vergileme çözümünün yeterli bilgi gerektireceğini ve özgül (*specific*) kirleticilerin farklı konumlardaki atıklarının neden olacağı marjinal zararların farklılığını hesaba katmak ' gerektiğini göstermiştir. Kritik alanları *a priori b*elirleme

olanağı her zaman bulunamayabilir. Bir diğer önemli sorun birden fazla kirletici madde olması ve temizleme maliyet fonksiyonunun ayrıştırılamaz (*non-separability*) olmasından kaynaklanmaktadır. Bu ortak maliyetler durumu iteratif sürecin her adımında farklı bir kirleticinin ele alınmasını da imkânsız kılmaktadır.

Eğer amaç belirli bir çevre kalitesine belirli süre içinde ulaşmak ise, bir izinler sisteminin sınırlı bilgi durumunda vergileme sisteminden daha iyi sonuç verebileceği görülmüştür. Ama bunun kaynak maliyeti çok daha yüksek olacaktır. Tees Nehri çalışması, yeterli veri olmaması halinde, yeknesak vergi uygulamasının kaynak maliyetinin yeknesak ya da ağırlıklı "*cut-back*" sisteminden daha az olacağını ortaya koymuştur.

İsveç'teki uygulama da belli bir kirletici madde atığının azaltılması istenen miktarı verildiğinde, atık azaltmanın toplam maliyetinin, temizlemenin marjinal maliyeti bütün kirletici birimler için eşit olduğunda minimuma indirilebileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

Anderson, R.J., Jr ve Crocker, T.D. (1971), "Air Pollution and Residential Property Values", *Urban Studies,* 8(3), s. 171-80.

Arrow, K.J. ve Fisher, A.C. (1974), "Environmental Preservation, Uncertainty, and Irreversibility", *Quarterly Journal of Economics*, 88(2), s. 312-19.

----- ve Lind, R.C., "Uncertainty and Evaluation of Public Investment Decisions", *American Economic Review*, 60(3), s. 364-78.

Atkinson, S.E. ve Lewis, D.H. (1974), "A Cost Effectiveness Analysis of Alternative Air Quality Control Strategies", *Journal of Environmental Economics and Management,* 1(3), s.237-50

Ayres, R.U. ve Kneese, A.V. (1969), "Production, Consumption and Externalities", *American Economic Review,* 59(3), s. 282-97.

Barrett, L.B. ve Waddell, T.E. (1973), *The Cost of Air Pollution Damages.* Publication Number AP-85. Research Triangle Park, N.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

Baumol, W.J. (1972), "On Taxation and the Control of Externalities", *American Economic Review,* 62(3), s. 307-22.

----- ve Oates, W.E. (1975)*, The Theory of Environmental Policy*, Engle*wood* Cliffs. N.J.: Prentice-Hall.

Bohm, P. (1972a), "Pollution: Taxation or Purification?", *Kyklos,* 25, s.501-17.

----- (1972b), "Estimating Demand for Public Goods: An Experiment", *European Economic Rev*iew, 3(2), s. 111-30.

Boulding, K.E. (1966), "The Economics of the Coming Spaceship Earth", *Environmental Quality in a Growing Economy* içinde, der. H. Jarrett, Baltimore: The Johns Hopkins Press, s. 3-14.

Brown, C.M., Jr. ve Hammack, J. (1973), "Dynamic Economic Management of Migratory Waterfowl", *Review of Economics and Statistics,* 55(1), s. 73-82.

Burt, O.R. ve Brewer, D. (1971), "Estimation of Net Social Benefits from Outdoor Recreation", *Econometrica,* 39(5), s. 813-27.

Calloway, J.A., Schwartz, A.K. ve Thompson, R.G. (1974), "Industrial Economic Model of Water Use and Waste Treatment for Ammonia", *Water Resources Research,* 10(4), s. 650-58.

Chapman, D. (1974), "Internalizing an Externality: A Sulfur Emission Tax and the Electric Utility Industry", *Energy: Demand, Conservation, and Institutional Problems* içinde, der. M.S. Macrakis. Cambridge, Mass .: Massachusetts Institute of Technology Press.

Cicchetti, C. J. (1972), *Alaskan Oil: Alternative Routes and Markets*. Baltimore: Johns Hopkins Press.

-----, Fisher, A.C. ve Smith, V.K. (1976), "An Econometric Evaluation of a Generalized Consumer Surplus Measure: The Mineral King Controversy", *Econometrica,* 44(6), s. 1259-76

----- ve Freeman, A.M., III (1971), "Option Demand and Consumer Surplus: Further Comment", *Quarterly Journal of Economics*, 85(3), s. 528-39.

Clawson, M. (1959), "Methods of Measuring Demand for and Value of Outdoor Recreation", *Resources for the Future*, ayrı basım, No 10.

Coase, R.H. (1960), "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, 3, s. 1-44.

Cumberland, J.H. (1966), "A Regional Interindustry Model for Analysis of Development Objectives", *The Regional Science Association Papers*, 17(1), s. 65-94.

----- ve Korbach. R.J. (1973), "A Regional Interindustry Environmental Model", *The Regional Science Association Papers*, 30(1), s. 61-75.

Dales, J.H. (1968), *Pollution, property and prices.* Toronto: University of Toronto Press.

Davidson, P., Adams, F.G. ve Seneca, J. (1966), "The Social Value of Water Recreational Facilities Resulting from an Improvement in Water Quality: The Delaware Estuary", *Water Research* içinde, der. A.V. Kneese ve S.C. Smith. Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Davis, R.K. (1964), "The Value of Big Game Hunting in a Private Forest", *Transactions of the 29th North American Wildlife and Natural Resources*

Conference içinde, Washington, D.C.: Wildlife Management Institute, s. 393-403.

----- (1968), *The Range of Choice in Water Management*. Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Dolbear, F.T. (1967), "On the Theory of Optimum Externality", *American Economic Review,* 57(1), s. 90-103.

Evans, M.K. (1973), "A Forecasting Model Applied to Pollution Control Costs", *American Economic Review,* 63(2), s. 244-52.

Ferrar. T.A. ve Whinston, A.B. (1972), "Taxation and Water Pollution Control", *Natural Resources Journal,* 12(3), s. 307-17.

Fisher, A.C. (1973), "Environmental Externalities and the Arrow-Lind Public Investment Theorem", *American Economic Review,* 63(4), s. 722-25.

Fisher, A.C. ve Krutilla, J.V. (1972), "Determination of Optimal Capacity of Resource Based Recreation Facilities", *Natural Resources Journal,* 12(3), s. 417-44. ,

-----, Krutilla, J.V. ve Cicchetti, C.J. (1972), "The Economics of Environmental Preservation: A Theoretical and Empirical Analysis", *American Economic Review,* 62(4), s. 605-19

----- ve Peterson, F.M. (1976), "The Environment in Economics: A Survey", *Journal of Economic Literature*, 14(1), s. 1-33.

Freeman, A.M., III (1971), "Air Pollution and Property Values: A Methodological Comment", *Review of Economics and Statistics*, 53(4), s. 415-16.

----- (1974), "On Estimating Air Pollution Control Benefits from Land Value Studies", *Journal of Environmental Economics and Management,* 1(1), s. 74-83.

Griffin, J.M. (1974), "An Econometric Evaluation of Sulfur Taxes", *Journal of Political Economy,* 82(4), s. 669-88.

----- (1974), "Recent Sulfur Tax Proposals: An Econometric Evaluation of Welfare Gains", *Energy: Demand, conservation, and institutional problems* içinde, der. M.S. Macrakis. Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology Press.

Henry, C. (1974b), "Investment Decisions Under Uncertainty: The 'Irreversibility Effect'," *American Economic Review*, 64(6), s. 1006-12

----- (1974a) "Option Values in the Economics of Irreplaceable Assets", *Review of Economic Studies*, 41, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*,* s. 89-104.

Hoch, I. (1972), "Urban Scale and Environmental Quality", *Population Resources, and the Environment* içinde, der. R.G. Ridker. U.S. Commission on Population Growth and the American Future, Research Papers, C. III.

Washington: U.S.G.P.O.

Kneese, A.V. (1964), *The Economics of Regional Water Quality Management.* Baltimore: The Johns Hopkins Press for Resources for the Future.

----- ve Maeler, K.-G. (1973), "Bribes and Charges in Pollution Control: An Aspect of the Coase Controversy," *Natural Resources Journal,* (13)4, s. 705-16.

Kohn, R.E. (1971a), "Application of Linear Programming to a Controversy on Air Pollution Control", *Management Science*, 17(10), s. (B-609)-(B-621).

----- (1971b), "Optimal Air Quality Standards", *Econometrica*, 39(6), s. 983-95.

----- (1975), "Input-Output Analysis and Air Pollution Control", *Economic Analyses and Environmental Problems* içinde, der. E.S. MillS. New York: Columbia University Press for the NBER.

Koopmans, T.C. ve Beckmann, M. (1957), "Assignment Problems and the Location of Economic Activities", *Econometrica,* 25(1), s. 53-76.

Krutilla, J.V. (1967), "Conservation Reconsidered", *American Economic Review*, 57(4), s. 777-86.

----- *ve Fisher, A.C. (1975), The Economics of Natural Environments: Studies in the Valuation of Commodity and Amenity Resources*. Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Leontief, W.(1970), "Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach", *Review of Economics and Statistics,* 52(3), s. 262-71.

Lind, R.C. (1973), "Spatial Equilibrium, the Theory of Rents, and the Measurement of Benefits from Public Programs", *Quarterly Journal of Economics*, 87(2), s. 188- 207.

Long, M.F. (1967), "Collective Consumption Services of Individual Consumption Goods: Comment", *Quarterly Journal of Economics,* 81(2), s. 351 -52.

Lundgren, S. (1981), *Cost-Benefit Analysis and Environmental Policy: An Introductory Framework*, *UNEP/IG.29/3,* çoğ. 38 s.

Mishan, E.J. (1967), "Pareto Optimality and the Law", *Oxford Economic Papers,* 19(3), s. 255-87.

National Academy of Sciences-National Academy of Engineering (1974), *The* Costs and Benefits of Automobile Emission Control. *Air Quality and Emission* Control, C. 4. Committee on Public Works, U.S. Senate için hazırlanmış, Seri No 93-24. Washington: U.S.G.P.O.

Pigou, A.C. (1932), *The Economics of Welfare,* London: Macmillan.

Pines, D. ve Weiss, Y. (1974), "Land Improvement Projects and Land Values",

çoğ.

Polinsky, A.M. ve Rubinfeld, D.L. (1975), "Property Values and the Benefits of Environmental Improvements: Theory and Measurement", Discussion Paper No. 404. Cambridge, Mass.: Harvard Institute of Economic Research.

----- ve Shavell, S. (1973), "Amenities and Property Values in a General Equilibrium Model of an Urban Area". Working Paper No. 1207-5, Washington: The Urban Institute.

----- ve Shavell, S. (1975), "The Air Pollution and Property Value Debate", *Review of Economics and Statistics*, 57(1), s. 100-104.

Randall, A., Ives. B. ve Eastman, C. (1974), "Bidding Games for Valuation of Aesthetic Environmental Improvements", *Journal of Environmental Economics and Management,* 1(2), s. 132-49.

Ridker, R.G. (1967), *Economic costs of air pollution.* New York: Praeger.

----- ve Henning, J.A. (1967), "The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution", *Review of Economics and Statistics,* 49(2), s. 246-57.

Russell, C.S. (1971), "Model for Investigation of Industrial Response to Residuals Management Actions", *Swedish Journal of Economics,* 73(1), s. 134-56.

----- (1973), Residuals Management in Industry: A case Study of Petroleum

Refining. Baltimore: The Johns Hopkins Press.

----- ve Spofford, W.O., Jr. (1977), "A Regional Environmental Quality Management Model: An Assessment", *Journal of Environmental Economics and Management,* 4(1), s. 89-110.

----- ve Vaughan, W.J. (1974), "A Linear Programming Model of Residuals Management for Integrated Iron and Steel Production", *Journal of Environmental Economics and Management,* 1(1), s. 17-42.

Sinden, J.A. (1974), "A Utility Approach to the Valuation of Recreational and Aesthetic Experiences", *American Journal of Agricultural Economics. ,* 56(1), s. 61-72.

Singleton, F.D., Jr., Calloway, J.A. ve Thompson, R.G. (1975), "An Integrated Power Process Model of Water Use and Waste-Water Treatment in Chlor-Alkali Production", *Water* Resources *Research,* 11(4), s. 515-25.

Small, K.A. (1975), "Air Pollution and Property Values: A Further Comment", *Review of Economics and Statistics,* 57(1), s. 105-107.

Smith, V.K. (1 974), Technical Change, Relative Prices and Environmental Resource Evaluation. Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Strotz, R.H. (1968), "The Use of Land Rent Changes to Measure the Welfare Benefits Of Land Improvements", *The New Economics of Regulated*

Industries: Rate Making in a Dynamic Economy içinde, der. J.E.Haring. Los Angeles: Economic Research Center, Occidental College, 1958

Tietenberg, T.H. (1974a), "On Taxation and the Control of Externalities: Comment", *American Economic Review*, 64(3), s. 452-66.

----- (1974b), "The Design of Property Rights for Air Pollution Control", *Public Policy,* 22(3), s. 275-92.

Tolley, G.S. (1974), "The Welfare Economics of City Bigness", *Journal of Urban Economics,* 1(3), s. 324-45.

United Nations Environment Programme (UNEP) (1981)*, Evaluating the Environment/Application of Cost-Benefit Analysis to Environmental Protection Measure*s, der. Y.J. Ahmad, UNEP Studies No 6, Nairobi.

U.S. Environmental Protection Agency (U.S.E.P.A.) (1966), *Delaware Estuary Comprehensive/Preliminary Report and Findings,* Department of the Interior, Philadelphia, Penn.

Victor, P.A. (1972), *Pollution: Economy and Environment*. Londra: Allen & Unwin.

Wieand, K.F. (1973), "Air Pollution and Property Values: A Study of the St. Louis Area", *Journal of Regional Science,* 13(1), s. 91-95.